

EXPERIENTIA

UNIVERSITY OF HAWAII
LIBRARY

JAN 24 '50



REVUE MENSUELLE DES SCIENCES PURES ET APPLIQUÉES
MONATSSCHRIFT FÜR DAS GESAMTE GEBIET DER NATURWISSENSCHAFT
RIVISTA MENSILE DI SCIENZE PURE E APPLICATE
MONTHLY JOURNAL OF PURE AND APPLIED SCIENCE

Editores:

A.v. MURALT · L. RUZICKA · J. WEIGLE

Bern

Zürich

Genève

Redactor: H. MISLIN, Basel

VERLAG BIRKHÄUSER AG · BASEL 10

SUISSE - SCHWEIZ - SVIZZERA - SWITZERLAND

Vol. V - Fasc. 12

15. XII. 1949

Fr. 2.50

SOMMAIRE - INHALT - SOMMARIO - CONTENTS

A. WEBER: Instabilité morphologique de synapses centrales 461

Brèves communications - Kurze Mitteilungen - Brevi comunicazioni - Brief Reports

B. LYTGOE and N. V. RIGGS: Macrozamin, a Toxic Nitrogen-containing Primeveroside 471

H. ERLÉNMEYER und F. E. LEHMANN: Regenerationshemmende Wirkung einer leucinähnlichen Verbindung, des 2-Methyl-4-amino-hexanon-(5) 472

I. MIKULSKA (Mrs): Cytological Studies upon Genus *Otiorrhynchus* (*Curculionidae*, *Coleoptera*) in Poland 473

A. J. ZWART VOORSPIJ: A new and simple Method for the Purification and Concentration of Influenza virus 474

L. TÓTH: Experiments with Nitrogen-Fixing Microorganisms from the Rumen of the Goat 474

M. N. LEWIS and B. S. SCHWARTZ: Antibacterial Activity of Liver Extracts against β -hemolytic *Streptococcus* 475

M. GABE et M. PRENANT: Données histochimiques sur les phosphatases alcalines chez *Acanthochites fascicularis* L. 476

L. J. MULLINS: Apyrase Distribution in Sea-Urchin Eggs 478

W. HUNZINGER, H. SÜLLMANN und G. VIOLIER: Über die Einwirkung von Ultraschall auf Gelenkflüssigkeit 479

F. H. SOBELS: Der Einfluß von Jodcaseinpräparaten auf den Sauerstoffverbrauch der Larven von *Xenopus laevis* DAUDIN 480

SZ. DONHOFFER, L. BALOGH, and GY. MESTYÁN: The Immediate Response of Thyroidectomized Rats to Small Doses of Thyroxine 482

J. FISCHLEWITZ: Atmungshemmung durch niedrigen Blutdruck 483

R. MEIER, H. J. BEIN und H. HELMICH: Zur Wirkung des Veratrin auf die vagale Atemsteuerung des Kaninchens 484

EDW. FLÜCKIGER und H. FLÜCK: Ein künstliches Milieu für das Züchten von Daphnien im Laboratorium (Pro Laboratorium) 486

H. E. FIERZ-DAVID: Die Bildung von Nickeltetracarbonyl aus Nickelsalzen mit CO (Disputanda) 487

Nouveaux livres - Buchbesprechungen - Recensioni - Reviews

Geburt und Tod der Sonne. Von George Gamow (Verlag Birkhäuser AG., Basel 1947) (Ref. E. Herzog) 487

Die statistische Theorie des Atoms und ihre Anwendungen. Von P. Gombás (Springer-Verlag, Wien 1949) (Ref. A. Mercier) 488

Principles of Radar. By Denis Taylor and C. H. Westcott (Cambridge University Press, 1948) (Ref. E. Baldinger) 488

Vacuum Tubes. By Karl R. Spangenberg (McGraw-Hill Book Company, New York, 1948) (Ref. E. Baldinger) 489

Elementary Structural Analysis. By John B. Wilbur and Charles H. Norris (McGraw-Hill Book Company, New York, 1948) (Ref. E. Amstutz) 489

An Introduction to Colour. By Ralph M. Evans (John Wiley & Sons, New York; Chapman & Hall, London, 1948) (Ref. H. Zickendraht) 490

Organic Reagents Used in Gravimetric and Volumetric Analysis. By John F. Flagg (Interscience Publishers, Inc. New York and London, 1948) (Ref. M. Blumer) 490

Informations - Informationen - Informazioni - Notes

W. TROLL: Die Urbildlichkeit der organischen Gestaltung und Goethes Prinzip der «Variablen Proportionen» (*Experientia maiorum*) 491

E. BAIER: Mineralogie und Geologie in Goethes Leben und Werk (*Experientia maiorum*) 495

U. EBBECKE: Zur Goetheschen Farbenlehre (*Experientia maiorum*) 498

Nobelpreise 1949 - Congrès - Corrigendum 501-504

STEPHAN THYSEN-BORNEMISZA

VOM WESEN DES LEBENS UND DER SEELE

Der Verfasser wirft die tiefsten philosophischen Fragen auf, die ein Naturforscher stellen kann, und beantwortet sie, soweit dieses nach dem derzeitigen Stand der Wissenschaft möglich ist. Die von ihm vertretene Abbildungshypothese ermöglicht es, die Lebenserscheinungen auf kausaler Grundlage zu klären.

In Ganzleinenband Fr. 6.60



RASCHER VERLAG ZÜRICH

Zu beziehen durch Ihre Buchhandlung

MATHEMATIKER-BIOGRAPHIEN

Diese Beihefte der «Elemente der Mathematik» geben neben den wichtigsten Daten eine kurze Charakteristik und Würdigung der großen Mathematiker und an Beispielen eine Darstellung ihres Werkes. Jedes Heft hat einen Umfang von 24 Seiten (Format 17 × 24 cm) und kostet Fr. 3.50.

Soeben erschienen:

Johann und Jakob Bernoulli

von J. O. Fleckenstein, Privatdozent an der Univ. Basel.
Zwei Porträts, vier Strichzeichnungen, zwei Faksimiles.

Evariste Galois

par L. Kollros, Professeur à l'E. P. F. (en langue française).
Avec un portrait et un fac-similé.

Bisher erschienene Beihefte: Jakob Steiner, par L. Kollros;
Leonhard Euler, von R. Fueter; Ludwig Schläfli, von
J. J. Burckhardt; Jost Bürgi und die Logarithmen von
E. Voellmy.

Zu beziehen durch Ihre Buchhandlung

VERLAG BIRKHÄUSER BASEL

Verzeichnis der Inserenten - Liste des annonceurs - List of advertisers - *Experientia* V/12

Ciba AG., Basel

Karl Kirchner AG., Bern

E. Mettler, Küsnacht-Zh.

Rascher Verlag, Zürich

Sandoz AG., Basel

Spécia, Paris

Trüb, Täuber & Co. AG., Zürich

Wiss. Verlagsanstalt, Stuttgart

Verlag Birkhäuser, Basel

EXPER.

L'EXPERIENTIA paraît le 15 de chaque mois. Vente et abonnement dans toutes les librairies suisses et étrangères, ou directement chez l'éditeur. Prix du numéro fr. 2.50. Abonnement pour un an fr. 24.- pour la Suisse; pour l'étranger fr. 28.-. Ces prix s'entendent en francs suisses.

Die EXPERIENTIA erscheint am 15. jedes Monats und kann im In- und Auslande durch jede Buchhandlung oder direkt vom Verlag bezogen werden. In Belgien, Luxemburg, Dänemark, Schweden, Norwegen, Finnland, Tschechoslowakei, Portugal und Marokko nehmen auch die Postämter Bestellungen entgegen.

Der Abonnementspreis beträgt in der Schweiz Fr. 24.-, im Ausland sFr. 28.-; die Einzelnummer kostet Fr. 2.50.

Insertionspreise: $\frac{1}{1}$ Seite Fr. 200.-, $\frac{1}{2}$ Seite Fr. 120.-, $\frac{1}{4}$ Seite Fr. 70.-. Inseratenannahme durch den Verlag.

EXPERIENTIA esce al 15 di ogni mese e può esser richiesta ad ogni libreria svizzera o estera, o anche direttamente alla casa editrice. Il prezzo del singolo fascicolo è di fr. 2.50. L'abbonamento annuo è di fr. 24.- per la Svizzera; all'estero fr. 28.-. I prezzi vanno intesi in valuta svizzera.

EXPERIENTIA is published on the 15th of every month and can be obtained in any country through the booksellers or from the publishers. The price per number is fr. 2.50, by annual subscription by inland-mail fr. 24.-; other countries fr. 28.-. Prices in Swiss currency.

Prices for advertising: $\frac{1}{1}$ page fr. 200.-, $\frac{1}{2}$ page fr. 120.-, $\frac{1}{4}$ page fr. 70.-. Advertisements should be sent to the publishers.

Verlag Birkhäuser AG., Basel 10 (Schweiz), Elisabethenstrasse 15
Tel. 498 00; Telegrammadresse: Edita Basel

Hochvakuum-Anlagen

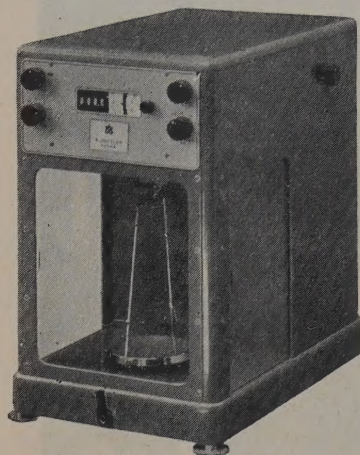
Molekulardestillationen
Gefriertrocknungsanlagen
Eindampfanlagen
Aufdampfanlagen

Unverbindliche Beratung über Anlagen,
Pumpen und Armaturen

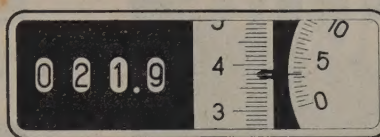
Karl Kirchner AG.
Bern

Freiestraße 12
Telephon (031) 245 97

METTLER Analysenwaagen



Sie lesen direkt ab:



Gewicht: 21,93833

genau
schnell
einfach
sicher

Verlangen Sie unverbindlich Offerte oder Demonstration

Fabrik für Analysenwaagen
E. METTLER ZÜRICH 1
Pelikanstr. 19, Tel. (051) 25 25 70

Universal Kathodenstrahloszillograph



Der Oszillograph eignet sich besonders für Stossprüfanlagen und Untersuchungen von Abschaltvorgängen usw.

Seine Hauptdaten sind folgende:
Eingebaute Hochspannungsanlage für 15, 25, 35 und 45 kV.

Empfindlichkeit in V/mm:
für die Zeitachse:
0,55 × Anodenspannung in kV;

für die Meßspannung:
0,44 × Anodenspannung in kV.

Sirichscharfe: 0,03—0,3 mm.
log. Zeitablenkung 1 μ s—1000 μ s
lin. Zeitablenkung 1000 μ s—1 s
einmalig und wiederholt

Einschwingzeit: 0,2 μ s
Registrierformat: 6 × 6 cm
Registriervermögen: 10—15 Perioden pro mm.

Trüb, Täuber & Co. AG.

Fabrik elektrischer Meßinstrumente und wissenschaftlicher Apparate, Zürich

Geschichte unserer Kulturpflanzen

Von

Dr. Karl und Dr. Franz Bertsch

mit 78 Textabbildungen, 2. Auflage, Größe 8°,
268 Seiten, Halbleinen DM 15.—

«Man kann dem greisen Forscher, der von seiner oberschwäbischen Heimat ausging, zu diesem Buche nur Glück wünschen, das nach echter Schwabenart sich von der Heimat aus die ganze Kulturwelt erarbeitete. Die Darstellung des gewiß nicht leicht faßlichen Stoffes ist einfach und verständlich; auch hierin ist Bertsch noch immer Meister gewesen. Er hat damit uns Deutschen und Schwaben einen guten Dienst getan, als er zeigte, daß wir zu Kulturtaten fähig sind. Es ist müßig, das Buch zu empfehlen. Jeder, der sich für unser Volk, für die Kultur Europas und damit der ganzen Welt interessiert, wird das Buch brauchen.»

(Süddeutsche Apotheker-Zeitung Nr. 2, 1948)

Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft m. b. H.
Stuttgart

Comment

prescrire

le

Diparcol

SOCIÉTÉ PARISIENNE
D'EXPANSION CHIMIQUE



RHÔNE

POULENC

PARIS

21, RUE JEAN GOUJON - 8° - TEL. BALZAC : 22-94

ODETTE
ZÉAU

ANTIPARKINSONNIEN *de synthèse*

DIPARCOL

(2987 R.P)

Dosage faible

Dragées dosées à 0g05 (TUBES DE 50)

Dosage fort

Dragées dosées à 0g25 (TUBES DE 20)

DOSE JOURNALIÈRE DE DÉBUT:

0g10 à 0g50 suivant l'intensité des
symptômes

AUGMENTER ensuite la posologie
TOUS LES 5 à 7 JOURS par paliers de
0g10 à 0g15 (formes légères) ou de
0g25 à 0g40 (formes graves)

JUSQU'À EFFET THÉRAPEUTIQUE

*Au cours de la progression, remplacer les
dragées à 0g05 par les dragées à 0g25*

DOSE MOYENNE JOURNALIÈRE: 0g75 à 1g25

DOSE MAXIMUM JOURNALIÈRE:
"DEUX GRAMMES"

Pour les cas d'urgence : Ampoules de 5cm³
dosées à 0g25 (BOÎTES DE 5)

*1/2 à 1 ampoule par voie
intramusculaire ou intraveineuse lente*

Instabilité morphologique de synapses centrales

Par A. WEBER¹, Genève

L'existence de filaments nerveux semi-fluides et d'une extrême ténuité n'est possible que grâce à l'équilibre entre deux tensions, l'une superficielle et l'autre intérieure. Cette dernière résulte de l'effet concomitant de la pression osmotique, ajoutée à la turgescence du neuroplasma, toutes deux sous la dépendance du centre trophique du neurone. En effet, c'est au cytoplasme, aussi bien qu'au noyau de la cellule nerveuse que serait due, d'après PARKER², la pression de turgescence; elle est capable d'orienter les micelles anisotropes, qui forment une sorte de squelette de protéine, coagulable sous la forme de neurofibrilles (YOUNG³). Le mécanisme de cette action se manifesterait peut-être par des courants liquides, tels que ceux observés par SPEIDEL⁴, dans les filaments nerveux, ou bien devrait être rapporté, comme le suppose YOUNG⁵ à la diffusion d'une substance spéciale, provenant du corps du neurone. Quant à la pression osmotique de la cellule nerveuse, elle augmenterait, lors d'une lésion de ses prolongements, selon GERSH et BODIAN⁶, par la dépolymérisation des nucléo-protéines extra-nucléaires, dont l'amas forme les corps de Nissl.

Lorsqu'un nerf est sectionné, la pression interne diminue rapidement, puis disparaît dans la partie séparée de la cellule. Ainsi, la tension superficielle n'étant plus contre-balancée, les fibres nerveuses se transforment en une succession de petits renflements, reliés les uns aux autres comme les grains d'un chapelet, tandis que les filaments les plus ténus se résolvent en une rangée de granules indépendants entre eux (A. WEBER⁷).

Les phénomènes de croissance, aussi bien que ceux de régénération, démontrent, dans leur ensemble, combien est précaire dans les prolongements du neurone, l'équilibre entre les deux tensions, l'interne et l'externe. Durant l'organisation embryonnaire du corps des Vertébrés, se manifestent de nombreuses tentatives avortées lors de la poussée des fibres nerveuses. Ainsi E. CH. BONARD⁸ a constaté, dans le développe-

ment de l'innervation des gros vaisseaux chez l'embryon de Cobaye, des fibres nerveuses qui, plus spécialement dans l'adventice, subissent un remaniement constant. Elles abandonnent par exemple leur cône de croissance, en même temps que leur portion terminale s'atrophie et disparaît, tandis que la voie nerveuse se reconstitue, par une collatérale apparue au point où s'arrête la dégénérescence. Les traces de ces efforts infructueux se retrouvent sous forme de granulations alignées, que jalonnent le trajet des fibres évanouies. E. LEGAIT¹ a fait des remarques identiques en étudiant le développement de la vascularisation du corps thyroïde.

De même dans la régénération des fibres, au niveau des plaques neuromusculaires, après section des nerfs moteurs, J. BOEKE² observe que les ramifications des fibrilles nerveuses sont d'abord exubérantes; cependant, au bout de quelques mois, les ramuscules en excédent disparaissent par un véritable phénomène de régulation.

Cette labilité des filaments nerveux durant les phases du développement ou de la régénération, doit être rapprochée d'un certain nombre d'observations. Ainsi J. NAGEOTTE³ décrit dans les cicatrices des nerfs sectionnés, à l'intérieur des travées formées par les cellules de Schwann, un grand nombre de filets nerveux dus à la ramification d'un même neurite. Une seule de ces fibrilles arrive au contact de l'élément auquel elle est destinée; les collatérales inutiles dégèrent, de même, les fibres dévoyées et sans but, s'atrophient.

Etudiant le développement du nerf pathétique chez l'embryon de Poulet du troisième jour, J. FABRE et A. MÉGEVAND⁴ ont vu apparaître le long de ses fibres des filaments latéraux, qui vont se perdre dans l'épithélium épendymaire de la cavité ventriculaire voisine et qui ne sont visibles que durant un temps très court.

G. LEVI, en collaboration avec H. MEYER⁵, a de même remarqué des collatérales éphémères sur le trajet des prolongements nerveux, dans les cultures *in vitro*.

¹ Laboratoire de neuro-histologie, Institut d'anatomie de l'Université de Genève.

² G. H. PARKER, Amer. Natural. 63, 97 (1929).

³ J. Z. YOUNG, Proc. Roy. Soc. 121, 319 (1936).

⁴ C. C. SPEIDEL, J. Exper. Zool. 61, 279 (1932).

⁵ J. Z. YOUNG, Nature 153, 333 (1944).

⁶ I. GERSH et D. BODIAN, J. Cell. comp. Phys. 21, 253 (1943).

⁷ A. WEBER, C. R. Soc. Phys. et Hist. nat. Genève 62, 35 (1945).

⁸ E. CH. BONARD, C. R. Soc. Biol., Paris 142, 1415 (1948).

¹ E. LEGAIT, communication orale (1948).

² J. BOEKE, Brain 44, 1 (1921).

³ J. NAGEOTTE, L'organisation de la matière vivante (Paris 1922).

⁴ J. FABRE et A. MÉGEVAND, C. R. Soc. Phys. et Hist. nat. Genève 58, 79 (1941).

⁵ G. LEVI et H. MEYER, Arch. Biol. 52, 133 (1941).

Ces filaments latéraux ou terminaux par rapport à la fibre, montrent un accroissement rapide, s'amincissent jusqu'à la limite de la visibilité, puis s'évanouissent. Ces deux auteurs n'ont malheureusement donné aucune indication sur le temps durant lequel sont visibles ces ramuscules.

C. C. SPEIDEL¹ a constaté des phénomènes analogues sur des nerfs cutanés, dans la queue parfaitement transparente de têtards vivants. Ce qui fait le grand intérêt de ses observations, c'est qu'il a pu suivre dans les mêmes fibrilles, depuis leur naissance, les modifications successives de leur aspect, jusqu'à la disparition de beaucoup d'entre elles, par fragmentation et transformation en granules, qui jalonnent l'emplacement primitif du filament. Ainsi sur la planche 2 du mémoire de C. C. SPEIDEL, une collatérale à laquelle il attribue le numéro 15, apparaît le 20 février et n'est plus visible, le 22.

Dans des cas pathologiques ou expérimentaux, il est fréquent d'apercevoir des manifestations semblables. A l'extrémité de nombreuses fibres en voie de régénération, il semble que la pression intérieure diminue ou disparaisse, tandis que persiste ou augmente la tension superficielle; dans ces conditions, les cônes de croissance ou les minuscules boutons qui terminent les fibrilles les plus fines, se gonflent en offrant l'aspect d'une sphérule, qui se flétrit et s'aplatit, pour prendre ensuite la forme d'une petite rondelle fortement teintée par l'argent réduit, avec un espace clair en son centre; en même temps disparaît le filament qui la portait. Le petit anneau reste alors sur place et persiste un certain temps, avant de se dissoudre par autolyse (A. WEBER, 1945, *loc. cit.*).

Ces rondelles se distinguent, par leur épaisseur, des petits anneaux ou bouclettes fréquentes aux extrémités nerveuses. Leur présence est la preuve indiscutable de tentatives avortées de régénération. A. PERRONCITO, S. R. Y CAJAL, J. FR. TELLO et J. NAGEOTTE ont entrevu ce phénomène.

Lors de la régénération des nerfs, A. PERRONCITO² a bien constaté l'apparition d'anneaux détachés, mais il suppose qu'en réalité, ils restent unis aux axones par un pédicule extraordinairement fin et pratiquement invisible. Dans des conditions semblables, CAJAL³ explique la transformation en anneaux, des cônes de croissance détachés de leur fibre, par ce fait qu'ils ont pénétré dans des exsudats pauvres en éléments nutritifs. L'action du froid dans la régénération d'un nerf, déterminerait des formations identiques; c'est CAJAL qui a constaté que ces rondelles isolées deviennent la proie des phagocytes. J. FR. TELLO⁴ a remarquable-

ment observé les effets des tentatives infructueuses de régénération du nerf optique, après sa section chez le Lapin: à l'extrémité des fibres, il se forme des anneaux qui s'isolent parce que le filament qui les supporte devient invisible.

J. NAGEOTTE¹, à l'occasion d'observations de régénération collatérale chez les tabétiques, ou lors de greffes sous-cutanées de ganglions rachidiens dans l'oreille de Lapins, a constaté à la surface du corps cellulaire des neurones sensitifs, ou sur la partie glomérulaire de leur neurite, des tentatives de reconstitution donnant naissance à ce qu'il nomme des *paraphytes*, prolongements terminés par des renflements, qui se transforment en rondelles, que le regretté Neurologue estimait être des anneaux de croissance. Sans qu'il y fasse allusion, NAGEOTTE a reproduit sur la figure 77, page 303, de son livre sur *l'Organisation de la matière vivante*, tous les stades de leur développement et de leur évolution, jusqu'à leur isolement, par disparition de leur fibre et leur amenuisement par autolyse.

C'est également dans les tentatives infructueuses de régénération du nerf optique sectionné chez de grosses larves d'Axolotl, que j'ai observé², trois semaines après l'opération, l'apparition fréquente de petites rondelles, abandonnées dans les tissus de la cavité orbitaire. Ces mêmes aspects ont été remarqués parfois aussi lors de phénomènes de dégénérescence. Ainsi, dans l'involution des appareils synaptiques péricellulaires, au niveau des ganglions cardiaques, après section des nerfs vagues, B. J. LAWRENTJEW³ a constaté que les anneaux terminaux des fibrilles s'épaississent et persistent plus longtemps que le filament qui les supporte.

Les anneaux en question sont généralement caractérisés, chez toutes les espèces, par leur diamètre qui oscille entre 1 μ et 0,5 μ , et aussi par l'épaisseur de leur circonférence, qui ne laisse le plus souvent en leur centre, qu'une minuscule lumière. On ne les trouve jamais sur le trajet d'une fibre nerveuse, mais uniquement à l'extrémité de filaments le plus souvent très fins; cependant, il est possible de les rencontrer également au niveau de la terminaison d'axones de moyen calibre ou bien de dendrites. Dans la majorité des cas, on les voit apparaître à l'extrémité de fibrilles nerveuses si fines et si faiblement imprégnées qu'elles sont à la limite de la visibilité, constituant ce que j'ai décrit sous le nom d'*appareil métaterminal*⁴.

Cette forme délicate et fragile des terminaisons se présente sous deux aspects principaux: dans certains cas, elle se montre à l'extrémité de fibres bien imprégnées par l'argent réduit et relativement fines, sous les dehors de filaments extraordinairement ténus, parfois ramifiés et dont l'argyrophilie est faible; la longueur de

¹ C. C. SPEIDEL, J. Comp. Neurol. 76, 57 (1942).

² A. PERRONCITO, Arch. ital. Biol. 46, 273 (1906).

³ S. R. Y CAJAL, Trav. du Labor. de Recherches biol. Univ. de Madrid 5, 47 (1907).

⁴ J. FR. TELLO, Trav. du Labor. de Recherches biol. Univ. de Madrid 5, 237 (1907).

¹ J. NAGEOTTE, l. c. (1922).

² A. WEBER, Rev. suisse Zool. 52, 383 (1945).

³ B. J. LAWRENTJEW, Z. mikr.-anat. Forsch. 16, 383 (1929).

⁴ A. WEBER, C. R. Soc. Phys. et d'Hist. nat. Genève 60, 211 (1943).

ces fibrilles dépasse rarement 10 μ , leur épaisseur étant voisine de celle des cils vibratiles; elles sont donc à la limite de la visibilité, même lorsqu'elles sont observées avec les meilleures combinaisons optiques des microscopes ordinaires. On rencontre au point où elles s'arrêtent, un grain minuscule et parfois sur leur trajet, quelques granules à peine visibles. Cependant l'appareil métaterminal ne possède pas toujours cette structure qui correspond à de véritables «collatérales terminales»; il peut apparaître comme un réseau d'une ténuité extrême, de forme circulaire, ou le plus souvent ovalaire et dont la texture n'est souvent perceptible que grâce à de fines granulations situées aux points nodaux de ce réticulum¹.

Qu'il soit filiforme ou réticulé, l'appareil métaterminal subit les mêmes altérations d'origine expérimentale ou pathologique: les granulations auxquelles aboutissent les filaments isolés, ou bien celles qui précisent les points nodaux du fin réticulum, se gonflent et prennent un aspect vacuolaire ou l'apparence d'une petite massue, ainsi que l'a bien montré H. C. B. DENBER².

Ces quelques considérations préliminaires étaient nécessaires à la compréhension des phénomènes que j'ai observés dans les centres nerveux du Lapin adulte, au niveau des synapses interneuronales.

Dans ces recherches, il est nécessaire d'obtenir avant tout une fixation excellente des tissus; l'imprégnation argentique est pour ainsi dire secondaire et peut être réalisée suivant des méthodes très différentes. A l'Institut d'anatomie de Genève, nous procédons de la manière suivante: alors que le cœur bat encore, les animaux anesthésiés sont perfusés à travers les grosses artères, dans la région du corps intéressante pour le chercheur, avec le liquide S. W. 24³, dilué et refroidi non loin de 0°. Pour les buts que je poursuis, le cerveau et la moelle cervicale et thoracique sont rapidement mis à nu et plongés pendant une journée dans le fixateur dilué et glacé, puis dans le même liquide concentré, à la température de 55°, durant sept jours. L'imprégnation argentique est ensuite réalisée suivant notre technique habituelle, qui est une légère modification de celle de BIELSCHOWSKY. En vue d'améliorer l'observation des synapses, il est indiqué d'utiliser des coupes à la paraffine ne dépassant pas l'épaisseur de 5 μ .

Même lorsque l'imprégnation argentique montre, ce qui est constant avec notre technique, l'indépendance totale des substances argyrophiles de neurones voisins, au niveau des synapses, il n'est pas possible d'affirmer qu'il n'y ait pas au delà de ce qui est teinté par l'argent, fusion et continuité des neuroplasmes non colorés. Les synapses ne sont peut-être ainsi qu'une apparence, due à l'imperfection de la technique. Cette restriction étant faite, je les considérerai pourtant comme établissant

une limite entre deux éléments nerveux voisins, mais ceci uniquement pour apporter plus de clarté dans les descriptions et sans perdre jamais de vue la remarque précédente.

Les synapses interneuronales, dans les centres nerveux, sont les unes péricellulaires et les autres interfibrillaires. Tandis que les premières, seules étudiées d'une façon générale, se montrent sous des formes assez variées de terminaisons à la surface du corps du neurone, les autres se placent dans un amas extraordinairement touffu de filaments, la plupart très fins, presque à la limite de la visibilité, qui constituent ce que S. APATHY¹ a nommé le *neuropile*.

L'extrême complication de ce feutrage a persuadé beaucoup d'observateurs, qu'il n'était autre qu'un réseau continu; H. HELD² l'a qualifié de *neurencytium* et K. BAUER³, de *syncytium pâle*. Ce dernier réticulum serait surtout visible dans la substance corticale des hémisphères cérébraux, bien que peu imprégnable par l'argent; il unirait à ce niveau tous les éléments cellulaires nerveux et névrogliaux et serait formé par un mélange de plasma glial et de neuroplasma, sans qu'on puisse distinguer entre les deux, la trace d'une limite. Dans l'épaisseur des travées de cette substance plexiforme intercellulaire, seraient contenus en nombre variable, des filaments argyrophiles, les neurofibrilles, qui formeraient également, pour K. BAUER, un réseau continu. En d'autres termes, pas plus pour HELD que pour BAUER, il n'y aurait de terminaisons libres, formant des synapses dans l'écorce cérébrale, ou d'une façon plus générale dans le neuropile des centres. Les soi-disant boutons terminaux, à la surface des corps cellulaires nerveux ou de leurs dendrites, ne seraient autres que des points nodaux au niveau desquels un réseau péricellulaire se continuerait avec le réticulum intracellulaire; il y aurait ainsi fusion de neurofibrilles d'origines différentes.

En somme, si les «réticularistes» ou partisans des réseaux interneuronaux, nient les terminaisons indépendantes dans le neuropile, les adeptes de la théorie neuronale, ou «neuronistes» n'admettent à ce niveau des extrémités libres que d'une manière théorique et sans pouvoir les démontrer avec le microscope.

Certaines conditions rares et très particulières permettent cependant de mieux discerner la structure si compliquée de cette région. Ainsi une de mes élèves, Mlle M. FOREL⁴ a spécialement étudié chez l'Homme, le neuropile du cortex cérébral, sur des fragments prélevés au voisinage de tumeurs encéphaliques. La présence d'astrocytomes amène le plus souvent la formation d'œdèmes, qui dissocient lentement le tissu nerveux et se propagent peu à peu au tissu normal. Avant

¹ A. WEBER, Bull. d'Histol. appl. 23, 41 (1946).

² H. C. B. DENBER, Arch. suisses Neurol. et Psych. 54, 361 (1944).

³ A. WEBER, Bull. Histol. appl. 24, 49 (1947).

¹ S. APATHY, Mitt. zool. Stat. Neapel 12, 495 (1897).

² H. HELD, Fortschr. naturwiss. Forsch. N. F., H. 8, Berlin (1929).

³ K. BAUER, Z. Zellforsch. u. mikr. Anat. 30, 751 (1940).

⁴ M. FOREL, C. R. Soc. Phys. et Hist. nat. Genève 61, 109 (1944).

que ce phénomène ne soit par trop exagéré et qu'il aboutisse à la formation de vacuoles, il existe une phase durant laquelle on aperçoit dans le prétendu syncytium pâle de BAUER, des filaments métaterminaux pourvus sur leur trajet de fins granules et qui s'arrêtent à un granule caractérisant leur extrémité libre. D'après Mlle M. FOREL, les synapses sont réalisées dans ce neuropile par le contact, face à face, de ces minuscules grains terminaux, ou bien par l'adossement de deux fibres métaterminales dirigées en un sens opposé et qui se dépassent sur une courte distance.

Pour ce qui est des synapses péricellulaires, ou qui se placent à la surface des dendrites, non loin de leur origine sur le corps du neurone, les descriptions sont nombreuses et correspondent à des structures variées, à propos desquelles il est inutile d'entrer dans le détail; on peut les résumer en les désignant sous le nom de boutons terminaux, de massues ou *clubs*, de réseaux ou de corbeilles péricellulaires, etc. Les techniques employées sont le plus souvent responsables des différences d'aspect. Dans l'ensemble, les observateurs précédents se préoccupaient beaucoup plus de mettre en évidence la substance neurofibrillaire que d'obtenir des tissus bien fixés. Il n'est pas recommandé d'aborder la question avec la méthode du bleu de méthylène, ce colorant vital est un toxique qui irrite et déforme les fibres nerveuses et d'autre part, il est presque totalement impossible de le fixer et d'empêcher qu'il ne se dissolve lors de l'inclusion à la paraffine, seul procédé permettant l'obtention de coupes fines et sérieuses, indispensables dans l'étude des synapses centrales.

L'imprégnation des fibres nerveuses par les métaux lourds et spécialement par l'argent réduit, s'impose dans ces recherches, mais il ne faut pas se dissimuler les inconvénients de ce procédé. On arrive à rendre la réaction plus constante, en fixant par le formol, tout en dissolvant les lipides, mais il est nécessaire de ne jamais oublier que le dépôt d'argent n'est pas absolument spécifique; cependant, en examinant les coupes imprégnées par notre technique, avec la lumière polarisée, suivant les indications de CH. A. BAUD¹, il est facile de faire la distinction entre les filaments nerveux et ceux de névroglie, de réticuline ou de collagène. L'argent réduit ne décèle aussi qu'une partie du neuroplasma, celle que l'on qualifie d'argyrophile, soit comme une masse dense, étirée suivant le calibre de la fibre, ou condensée au niveau des renflements de cette dernière, masse dans laquelle les meilleures combinaisons optiques sont incapables de mettre en évidence un état fibrillaire, qui n'existe sans doute en ces endroits qu'à l'échelle infra-microscopique. C'est sous cet aspect que la substance argyrophile se montre le plus souvent dans les granules des formations terminales et dans leurs transformations, tels les anneaux épais ou rondelles, auxquels il a été fait allusion précédemment.

En étudiant récemment¹ les terminaisons sensibles des fibres du nerf trijumeau dans la dure-mère du Rat et du Cobaye adultes, j'ai constaté qu'elles possèdent toutes la même forme. Relativement épaisses et bien imprégnées par l'argent réduit, ces fibres semblent ne pas dépasser un renflement ovoïde, le plus souvent à peine plus large que la fibre et fréquemment absent au-delà s'observent avec difficulté, même avec une bonne optique et un filtre monochromatique verdâtre, une ou deux fibrilles extraordinairement fines, longues d'environ 10 μ , parfois ramifiées, qui aboutissent à un minuscule grain noir. Chez les animaux normaux, en l'absence de toute intervention expérimentale, ces formations montrent de nombreuses variations, qui paraissent bien être en rapport avec la disparition, puis avec la reconstitution de cet appareil métaterminal.

Conservant leur argyrophilie, les grains terminaux gonflent d'abord, puis s'allongent, prenant l'aspect d'un corpuscule ovoïde ou piriforme; ils s'amincissent ensuite progressivement en leur centre et se transforment en petites rondelles, quelquefois encore attachées au filament métaterminal. Cependant le plus souvent, elles sont libres dans l'épaisseur du tissu fibreux dure-mérien, le filament qui les supporte ayant disparu par une sorte d'autolyse ou d'autotomie, comme celle qui frappe les collatérales observées par C.C. SPEIDEL; parfois il arrive que des granules jalonnent sa situation primitive.

Les rondelles ou les granules persistent souvent, alors que le filament métaterminal se reconstitue à partir de la fibre proprement dite, qui ne montre aucun indice d'altération, et le cycle recommence. Les filaments métaterminaux aboutissent à peu près au même point dans l'épaisseur de la dure-mère; avant de s'atrophier à nouveau, ils y déposent encore des rondelles. Ainsi j'en ai compté jusqu'à cinq, formant un petit amas; deux d'entre elles sont très nettes, bien imprégnées par l'argent; leur diamètre est légèrement inférieur au millième de millimètre; ce sont les plus récentes. Un autre de ces anneaux, un peu plus petit, montre plus distinctement son orifice central. L'autolyse des deux derniers est encore plus avancée; ils sont encore plus minuscules, ayant commencé à se dissoudre. Je n'ai jamais observé comme CAJAL² la phagocytose de ces granulations.

Il est impossible d'émettre une hypothèse au sujet de la durée du cycle en question. On peut cependant admettre qu'il est relativement rapide, puisque un certain nombre de ces rondelles, formées de substance argyrophile, persistent les unes à côté des autres, avant de disparaître progressivement, comme les débris de l'axone lors de la dégénérescence wallérienne. On sait en effet qu'avant de cesser d'être imprégnable par l'argent réduit, la substance neurofibrillaire reste vi-

¹ A. WEBER, C. R. Soc. Biol. Paris 142, 868 (1948); Exper. 4, 394 (1948).

² S. R. Y CAJAL, loc. cit. (1907).

¹ CH. A. BAUD, Bull. Histol. appl. 25, 14 (1948).

sible sept à huit jours après que la fibre a été séparée de son centre trophique; cela peut donner une indication sur la durée de survie de ces formations.

En somme, les rondelles argyrophiles accumulées dans certains points de la dure-mère du Rat ou du Cobaye sont les témoins d'une dégénérescence cyclique de filaments métaterminaux, qui peut-être sous l'influence de variations du métabolisme de leur neurone, s'évanouissent subitement, laissant parfois à leur place de minuscules granulations.

Chez un animal adulte, en dehors de toutes conditions expérimentales, la présence de ces rondelles caractéristiques et spécialement leur accumulation au voisinage les unes des autres, indique une disparition et une reconstitution des fibrilles, à l'extrémité de l'appareil métaterminal, cycle dont la durée est vraisemblablement de quelques jours.

J'ai observé des processus analogues au niveau des synapses centrales dans l'encéphale du Poisson rouge, du Lapin et du Rat. Je ne décrirai ici ces phénomènes que chez le Lapin adulte, particulièrement dans le diencéphale.

Dans l'intention d'éviter les gros éléments nerveux polyédriques que l'on rencontre fréquemment dans d'autres régions de la substance grise et sur lesquels l'examen des synapses présente de grosses difficultés, j'ai uniquement utilisé pour ce travail le noyau antérieur du thalamus, qui est presque complètement constitué par de petites cellules nerveuses de forme sphérique et pourvues de dendrites très fins dès leur origine.

Pour étudier dans de bonnes conditions les terminaisons synaptiques à la surface du corps de ces neurones, il est nécessaire d'employer des coupes minces, dans lesquelles ne peut être utilisée que la face de la cellule la plus voisine du plan de section, séparée uniquement de lui par un intervalle de l'ordre du μ , ou d'une fraction de μ . Dans ces conditions, seules peuvent être correctement observées les régions polaires de la sphère cellulaire, l'une tournée vers l'objectif et l'autre vers le condensateur. En raison du peu d'épaisseur des coupes, 5μ , il est rarement possible, malgré la transparence du noyau vésiculeux, d'étudier les deux faces d'une cellule, sur la même section; il est donc nécessaire d'obtenir des coupes rigoureusement sériées. Quant à la région du corps neuronal intermédiaire à ces deux zones observables, elle échappe à toute investigation utile, en ce qui concerne les synapses; on ne peut y apercevoir que le profil de fibres entrant en contact avec la surface de la cellule nerveuse et qui le plus souvent se renflent légèrement à ce niveau avant de donner naissance à leurs ramifications métaterminales. C'est ce que la plupart des observateurs ont décrit sous le nom de boutons terminaux ou de «clubs», jusqu'aux recherches de M^{me} M. BARBEY-GAMPERT¹. D'autre part, si dans cette même région

équatoriale de la sphère du neurone, la coupe atteint transversalement des fibrilles nerveuses bien imprégnées, ces dernières montrent à leur surface de section des phénomènes de diffraction, qui produisent l'apparence d'un renflement, souvent décrit lui aussi comme un bouton terminal. On ne peut donc conclure de l'aspect des deux faces polaires du corps neuronal à celui de la ceinture équatoriale qui les unit tout autour de la sphère cellulaire. Evaluer ainsi que l'a fait M. L. BARR¹ par exemple, le nombre des bulbes terminaux sur les moto-neurones médullaires, d'après le calcul de leur surface et la moyenne des terminaisons nerveuses sur une unité de cette dernière, correspond à une extrapolation hasardeuse.

D'une façon presque constante, les synapses que l'on observe au contact des petites cellules nerveuses du noyau thalamique antérieur, chez le Lapin adulte, sont semblables à la disposition généralement décrite sous le nom d'appareil ou de corbeille péricellulaire. Il s'agit par conséquent de filaments nerveux très fins, étroitement appliqués sur toute la surface du corps cellulaire neuronal, parfois ramifiés ou donnant naissance près de leur extrémité à des réseaux d'une admirable ténuité. Cette structure synaptique ne correspond nullement à celle des boutons terminaux, généralement admise pour les centres cérébro-spinaux.

Dès 1942, M^{me} M. BARBEY-GAMPERT² a constaté la première, que chez le Poisson rouge, les masses considérées jusque là comme terminales, à la surface de la cellule de Mauthner, sont en réalité prolongées par des filaments extraordinairement fins, qui forment un fin réticule étroitement appliqué sur le dendrite latéral de ce neurone géant. M^{me} M. BARBEY-GAMPERT avait supposé qu'il y avait là une formation différente des réseaux de C. GOLGI³ ou de H. HELD⁴, et qui devait être rapprochée du réseau périterminal de J. BOEKE⁵.

Sur des neurones moins volumineux, j'ai observé des faits identiques, dans les synapses à la surface des cellules pyramidales ou polymorphes dans l'écorce cérébrale humaine. Les fragments étudiés ont été prélevés en différents points du cortex des hémisphères, lors de l'extirpation de tumeurs encéphaliques. La fixation ayant été réalisée dans des conditions excellentes, j'ai pu constater que l'appareil métaterminal est représenté à la surface de ces éléments par des filaments pâles, extraordinairement fins, qui succèdent brusquement à des fibres d'épaisseur moyenne et mieux imprégnées par le dépôt d'argent réduit. Les filaments métaterminaux aboutissent à des granules ou à de petits anneaux et semblent faire partie de la trame d'un réseau péricellulaire prodigieusement fin, semblable si, ce n'est par la largeur de ses mailles, à celui décrit par

¹ M. L. BARR, J. Anat. Londres 74, 1 (1939).

² M. BARBEY-GAMPERT, C. R. Soc. Phys. et Hist. nat. Genève 59, 90 (1942).

³ C. GOLGI, Arch. ital. Biol. 15, 434 (1891).

⁴ H. HELD, Arch. Anat. und Physiol. Anat. Abt. Suppl. (1897).

⁵ J. BOEKE, Z. mikr.-anat. Forsch. 35, 551 (1934).

¹ M. BARBEY-GAMPERT, Rev. suisse Zool. 50, 1 (1943).

M^{me} M. BARBEY-GAMPERT, à la surface du dendrite latéral du neurone de Mauthner. Ces deux réticulums, celui de l'Homme, comme celui du Poisson, paraissent continus en de nombreux points avec les fibrilles de neurites voisins, également terminaux; mais ce n'est là qu'une apparence; en effet, lorsque chez l'Homme, une fibre altérée par le voisinage de la tumeur aboutit à ce réseau péricellulaire continu, des phénomènes de dégénérescence se montrent dans une zone bien limitée: l'argyrophilie y devient plus marquée et des renflements plus ou moins réguliers y apparaissent, soit aux points nodaux, soit sur les travées qui restent en continuité avec les portions saines du réseau péricellulaire métaterminal.

La délimitation très nette de ces territoires en voie d'involution indique, avec une grande précision, que même dans une formation qui semble typiquement syncytiale, l'indépendance des neurones reste complète. Le réseau en question n'enveloppe pas totalement ces cellules corticales; il présente à leur surface comme des trous, au niveau desquels les synapses sont principalement représentées par des minuscules boutons, le plus souvent situés à l'extrémité de filaments métaterminaux. Nulle part, en tous cas, on ne peut apercevoir de fusion entre les fibrilles superficielles extérieures à la cellule et celles du réseau neurofibrillaire intracellulaire, comme l'ont prétendu H. HELD et beaucoup d'autres.

Des aspects comparables à ceux décrits par M^{me} M. BARBEY-GAMPERT et par moi-même ont été également observés par N. Å. HILLARP¹ à la surface des cellules sympathiques du ganglion cervical supérieur chez le Rat, après imprégnation argentique par la méthode de BODIAN, ainsi sur les figures 17, 18 et 19, des planches 10 et 11 de son mémoire; l'auteur suédois pense y retrouver le *réticulum terminal* de PH. STÖHR²; on sait qu'à plusieurs reprises, le Neurologue de Bonn a insisté sur la nature syncytiale de cette formation. Si le réseau métaterminal peut se superposer à celui de HILLARP, il faut bien reconnaître que les observations que j'ai faites dans l'écorce cérébrale humaine contredisent les hypothèses réticularistes, pour confirmer la théorie neuronale, du moins en ce qui concerne la substance argyrophile, puisque il est bien entendu que nous ignorons ce qui en est des neuroplasmes non colorés, dont on ne peut affirmer qu'ils ne sont pas continus.

À la surface des petites cellules du noyau thalamique antérieur du Lapin, les terminaisons nerveuses sont particulièrement nettes après l'emploi du liquide S.W.³; en effet il s'agit de structures extraordinairement fines qui nécessitent une fixation parfaite. En procédant à l'examen des cellules du noyau, comme je l'ai indiqué précédemment, on aperçoit des fibres nerveuses très

minces, mais bien imprégnées, qui s'approchent du pourtour visible de la surface cellulaire. Brusquement la fibre, après avoir montré parfois un petit renflement, se transforme en un filament prodigieusement délié, à la limite de la visibilité, qui s'applique étroitement sur la membrane de la cellule nerveuse. La fibrille en question montre souvent, le long de son bref parcours des grains minuscules et aboutit d'une façon constante à un granule de dimensions variables, mais toujours très petites. Ce mince filament demeure rectiligne ou bien quelquefois se ramifie, surtout à son extrémité; dans d'autres cas, il montre même sur son trajet, de minuscules collatérales (voir figure ci-contre, 1 et 2).

Les ramifications sont parfois exubérantes (3), mais je n'ai jamais constaté l'existence d'un réseau analogue à celui que j'ai décrit à la surface des cellules pyramidales et polymorphes de l'écorce cérébrale humaine. Dans le thalamus du Lapin, toutes ces fibrilles terminales restent indépendantes les unes des autres; bien plus, en manœuvrant avec précaution la vis micrométrique, on se rend compte de leur superposition fréquente, mais bien entendu sans trace de fusion (2 et 3).

Il arrive quelquefois qu'un de ces petits éléments thalamiques soit au contact de fibres nerveuses très minces, en grande partie parallèles, qui passent sans s'arrêter sur une des faces de la cellule accessible à l'observation (4). La question se pose alors de savoir si cette disposition correspond à l'éphapse expérimentale des Physiologistes, en permettant une transmission d'excitation à la cellule, tout le long de la fibre qui l'enserme. Cependant un fait est certain, c'est que plusieurs de ces fibres de passage possèdent de fines collatérales, terminées chacune par un granule appliqué sur la membrane de la cellule nerveuse. Du point de vue morphologique, c'est à l'extrémité de ces filaments collatéraux que se trouvent les véritables synapses; il n'est pas certain que ce soit exact pour les Physiologistes.

D'après la coupe voisine de celle qui répond à 4 dans la fig. 1, est reproduit l'aspect de l'autre face polaire du même élément. On y constate (5) un grand nombre de filaments nerveux très fins, qui embrassent la surface de la cellule, mais sans s'y arrêter et sans montrer non plus le parallélisme de ceux du côté opposé. On remarquera également le petit nombre des appareils métaterminaux, dont l'un bifurqué, l'autre simple, s'appliquant sur la membrane du neurone par trois granules; un troisième filament métaterminal, assez allongé, paraît aboutir au neuropile, en dehors du territoire cellulaire, après avoir passé au contact de la membrane neuronale, mais uniquement semble-t-il, dans cette région polaire, seule accessible à l'observation.

En somme, en ne considérant que leur structure, les terminaisons péricellulaires dans le noyau antérieur du thalamus, chez le Lapin adulte, sont identiques aux

¹ N. Å. HILLARP, Acta anat. Suppl. IV (1946).

² PH. STÖHR, Z. Anat. 104, 133 (1935).

³ A. WEBER, Bull. Histol. appl. 24, 49 (1947).

terminaisons sensibles du nerf trijumeau, que j'ai observées dans la dure-mère du Rat et du Cobaye. Dans des tissus aussi différents, la lame fibreuse de la

pachyménige ou la substance grise cérébrale, des fibres nerveuses relativement minces et fortement argyrophiles sont brusquement prolongées par des fila-

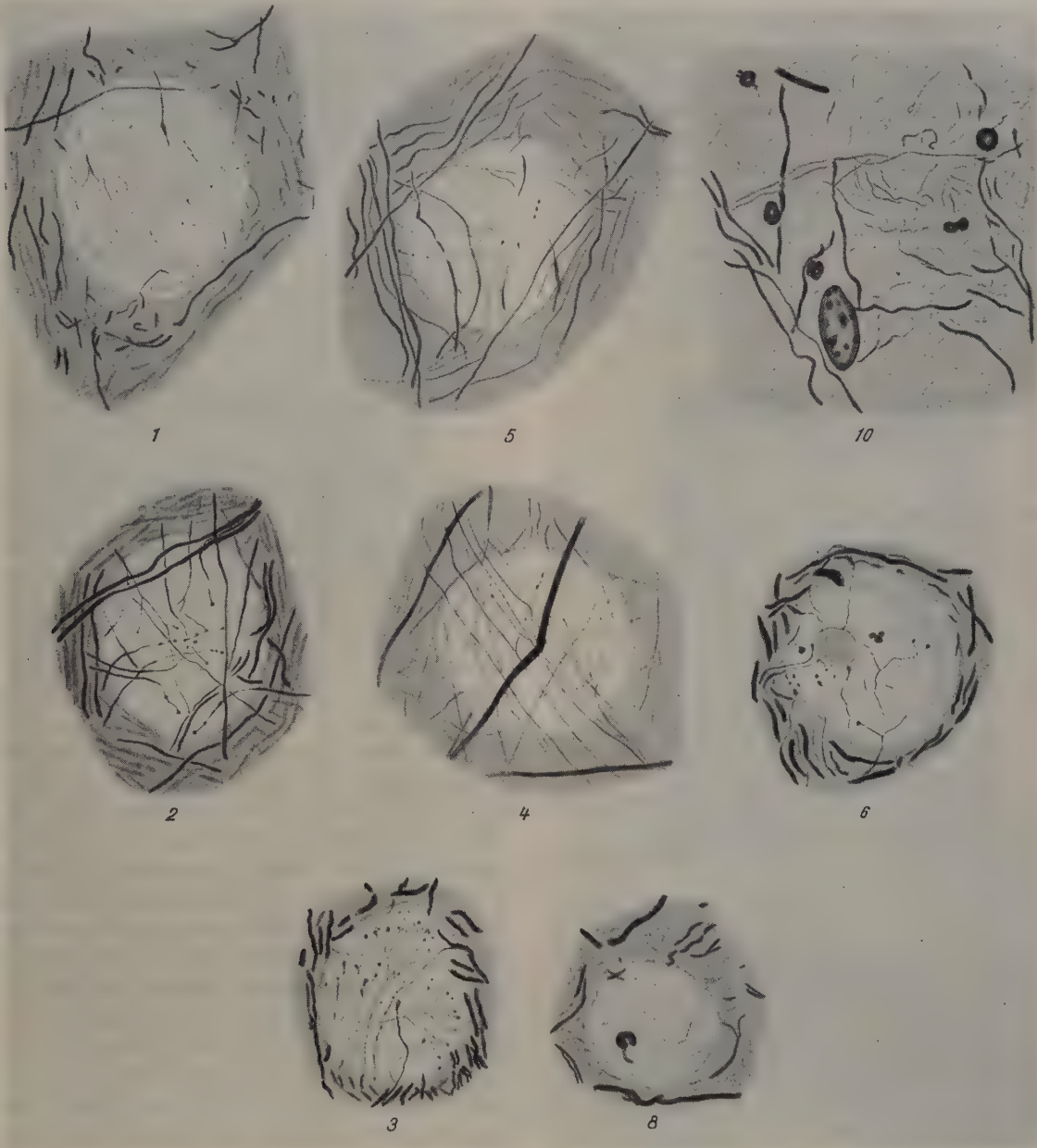


Fig. 1.

- 1 - Filaments synaptiques à la surface d'une petite cellule nerveuse sphérique du noyau thalamique antérieur du Lapin. Remarquer la continuité entre une fibre nerveuse fine et un filament métaterminal extrêmement ténu, qui aboutit à un grain minuscule. D'autres fibrilles sont bifurquées ou pourvues de courtes collatérales. Toutes les préparations figurées ici, ont été fixées avec le S. W. 24 et imprégnées à l'argent réduit. Les dessins sont faits à la chambre claire par projection sur un pupitre, avec la combinaison optique suivante: Obj. apochrom. Leitz, 2 mm, ocul. comp. 15.
- 2 - Terminaisons de fibrilles métaterminales à la surface d'une cellule du noyau thalamique. Indépendance complète des filaments.
- 3 - Fibrilles métaterminales abondamment ramifiées.
- 4 - Face supérieure d'une petite cellule sphérique du noyau thalamique antérieur chez le Lapin. Fibres fines et parallèles, passant sans s'arrêter, à la surface de la cellule, mais possédant quelques collatérales munies de granules.

- 5 - Face inférieure de la cellule reproduite sur 4. Nombreuses fibres de passage et rares terminaisons.
- 6 - Petite cellule nerveuse dont le rasoir a détaché une minuscule calotte. Les fibrilles formant synapse montrent toutes un gonflement de leur grain terminal. Des débris argyrophiles isolés se trouvent dans leur voisinage.
- 8 - Formation d'une rondelle par rapprochement des cornes d'un croissant argyrophile; la fibrille qui le porte est gonflée et va disparaître.
- 10 - Rondelles argyrophiles dans le neuropile du thalamus. On en voit deux groupes jumeaux; deux autres sont encore rattachées à leur fibrille; celle de droite montre un centre clair et non perforé. Remarquer dans le haut du dessin deux bouclettes très fines, qui représentent peut-être le premier stade de la formation des rondelles.

(Grossissement $\times 2875$. Réduction au clichage $\frac{1}{3}$).

ments peu imprégnés par l'argent, extraordinairement fins, à la limite de la visibilité et qui ne sont observables que grâce à une optique apochromatique excellente et à des filtres appropriés. Or, chose étrange, les filaments métaterminaux des synapses thalamiques du Lapin montrent les mêmes aspects dégénératifs, vraisemblablement cycliques, que les terminaisons sensibles dure-mériennes du trijumeau, chez le Rat et le Cobaye.

La première manifestation de cette altération de la synapse péricellulaire est le gonflement des granules, à l'extrémité des fibrilles métaterminales; ces grains minuscules deviennent indiscutablement plus argyrophiles et par conséquent plus faciles à observer (6). Sur cette même figure, on aperçoit à gauche du cercle suivant lequel le rasoir a détaché de la cellule une

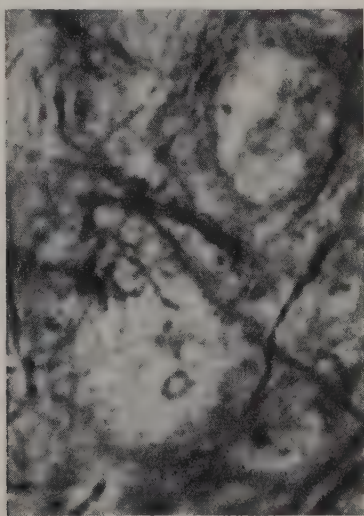


Fig. 2. — Rondelle argyrophile à la surface d'une cellule du noyau thalamique antérieur du Lapin. Ce petit anneau commence à se désagréger dans sa partie centrale. A sa droite, un point foncé marque l'endroit où se fixait la fibrille qui lui a donné naissance. Microphoto. Gross. $\times 1900$.

minuscule calotte, une petite motte noire isolée et à droite de la même région, un amas de trois formations identiques. Je suppose que, d'une façon semblable à ce qui se passe dans la dure-mère, ces dépôts argyrophiles ne sont autres que des fragments laissés en place après la disparition de la fibrille, qu'ils terminaient à l'état normal, sous la forme de granule. Il se pourrait aussi que ce soient les résidus de rondelles arrivées à un des derniers degrés de l'autolyse.

En effet, dans certaines régions très localisées et de peu d'étendue, dans ce noyau thalamique du Lapin, se constate l'existence de rondelles dégénératives, très caractéristiques, au contact de la surface des cellules nerveuses (fig. 2). Il est inutile d'insister à nouveau sur le fait que ces formations correspondent toujours à l'altération de filaments métaterminaux. Parfois, il est possible d'assister à la formation d'une de ces rondelles, par la soudure des deux pointes d'un croissant épais

(8); le plus souvent, elles semblent résulter de la perforation d'une sphérule argyrophile. Ultérieurement, elles subissent une véritable autolyse qui paraît débuter dans la partie centrale du petit anneau, où l'on constate sa démolition progressive par un émiettement en une poussière à peine visible. Comme je l'ai indiqué précédemment, il ne fait aucun doute que ce processus involutif est de même nature que celui de la dégénérescence wallérienne des neurofibrilles, dans la partie périphérique d'un nerf sectionné.

Presque tous ceux de mes collaborateurs ou de mes élèves qui ont utilisé à l'Institut d'anatomie de Genève le fixateur S.W., en vue d'imprégner des terminaisons nerveuses, ont aperçu chez des animaux normaux et non soumis à des lésions expérimentales, des altérations semblables ou bien analogues à celles que je viens de décrire.

M^{me} M. BARBEY-GAMPERT¹ en a signalé de caractéristiques chez l'Homme, dans un ganglion sympathique. A la surface des cellules nerveuses, elle a constaté également l'apparition de rondelles fortement imprégnées, qui se forment parfois, comme sur la figure 1 de ce présent travail, par rapprochement des cornes d'un anneau brisé. Dans cette même préparation de ganglion sympathique, l'appareil métaterminal peut s'allonger considérablement, se renfler et se pelotonner en spirale, en se blottissant dans une encoche de la surface du corps neuronal. M^{me} M. BARBEY-GAMPERT a interprété ces altérations en les rapportant à la maladie pulmonaire, qui avait déterminé la mort du sujet sur lequel avait été prélevé ce ganglion. Je suppose qu'il s'agit plutôt de manifestations de phénomènes cycliques, analogues à ceux observés chez le Lapin normal. Le gonflement de l'ultime portion des terminaisons me semble non seulement caractéristique d'un début de dégénérescence de la fibre, mais aussi, lorsqu'il se présente sous l'aspect d'anneaux ou de formations comparables, d'une tentative de régénération.

J'ai indiqué précédemment les difficultés presque insurmontables qui s'opposent dans les conditions normales à l'observation de terminaisons libres dans le neuropile des centres cérébro-spinaux. Pourtant, dans le noyau antérieur du thalamus chez le Lapin, il est également possible de trouver dans la partie fibrillaire de la substance grise, des rondelles semblables à celles rencontrées à la surface des petites cellules nerveuses sphériques. Il est curieux de constater que ces manifestations dégénératives se groupent dans les mêmes petits îlots assez bien limités, où l'on peut voir à la fois ces anneaux épais sur les cellules nerveuses et dans le neuropile (fig. 3). Dans ce dernier, les rondelles sont parfois très abondantes; dans une zone très limitée, 70 dans la fig. 1 permet d'en apercevoir sept, dont deux couples, provenant sans doute de la transformation cyclique d'une unique fibrille. Dans cette même figure,

¹ M. BARBEY-GAMPERT, Acta anat. 4, 5 (1947-48).

deux des rondelles, dont la plus volumineuse, sont encore rattachées à leur fibrille originelle. A gauche et en haut (10), la fibre très mince porteuse de la



Fig. 3. — Ilot de rondelles dans le noyau thalamique antérieur du Lapin. Deux d'entre elles se trouvent à la surface d'une petite cellule nerveuse, dans le bas de la figure; les autres sont dans le neuropile, de part et d'autre d'une grosse fibre.
Microphoto, Gross. $\times 1900$.

rondelle montre tout près d'elle un petit granule et l'anneau lui-même semble surmonté par deux grains minuscules, qui ne sont peut-être que des débris indiquant la trace de rondelles précédemment disparues. Chose intéressante, c'est uniquement dans le voisinage de ces anneaux qu'on peut apercevoir dans le neuropile, des terminaisons de fibrilles sous forme de bouclettes très fines; il y a vraisemblablement là un des premiers stades de la formation des rondelles. En tous cas la présence de ces petits anneaux épais indique d'une façon indiscutable que le neuropile n'est pas formé, comme l'affirment H. HELD, K. BAUER, et tant d'autres, par un réseau continu; les rondelles en question n'apparaissent en effet qu'au bout de terminaisons libres.

Puisque ces altérations normales des extrémités de fibrilles se rencontrent par petits îlots, à la surface des cellules nerveuses ou dans le neuropile voisin, il est permis de se demander si ces modifications vraisemblablement cycliques, comme dans la dure-mère des Rongeurs, ne seraient pas dues à l'apparition dans des zones limitées, de substances morphologiquement synaptolytiques.

La questions se pose également de savoir quelle est la nature des fibres à l'extrémité desquelles apparaissent ces rondelles dégénératives. Un hasard heureux m'a permis de constater la formation de l'une d'entre elles, encore attachée à l'un des courts dendrites d'une cellule nerveuse, dans la substance intermédiaire, ou commissure grise dorsale, de la moelle épinière d'un

Lapin adulte. Sur la microphotographie de la fig. 4, on distingue très bien le double contour du dendrite, à l'extrémité duquel s'aperçoit le renflement ovoïde, très imprégné par l'argent, mais dont la partie centrale plus claire indique la zone où se fera la perforation. Tout à côté de ce gros bouton, mais séparé cependant par une fente minuscule que la microphoto est impuissante à mettre en évidence, se trouve un grain au bout d'un filament métaterminal, appartenant à un neurite relativement mince et bien imprégné. Ce grain est manifestement plus volumineux que dans les conditions habituelles; il semble avoir été impressionné par les mêmes facteurs qui ont déterminé le renflement du dendrite. De même, j'ai observé à l'intérieur de la médullo-surrénale d'un Chat adulte, l'apparition d'une rondelle, à l'extrémité d'un neurite préganglionnaire, venu du nerf splanchnique; au voisinage immédiat de cette formation, passe une autre fibre nerveuse, également préganglionnaire et destinée aux éléments adrénalinogènes; elle présente en cet endroit précis un renflement dont on ne retrouve aucune trace sur le reste de son trajet. La naissance de ces rondelles est-elle déterminée par des facteurs sous la dépendance du neurone qui les porte, ou bien plus probablement extérieurs à ce dernier et répandus dans une zone limitée de la substance grise centrale, dépassant ainsi les limites des terminaisons intéressées? Il s'agit peut-être d'une modification locale d'équilibre entre les pressions internes et externes des appareils métaterminaux ou des fibres nerveuses. La possibilité de l'influence de la



Fig. 4. — Microphoto résultant de la superposition de deux films correspondant à deux plans différents de la mise au point dans une même préparation. Petite cellule nerveuse de la substance grise intermédiaire, dans la région dorsale d'une moelle épinière de Lapin adulte. Au-dessous et à droite du noyau de la cellule, se voit le double contour d'un petit dendrite, qui aboutit à un renflement ovoïde, à centre clair. Formant synapse avec lui, un granule reafilé à l'extrémité d'un filament métaterminal. Microphoto, Gross. $\times 2500$.

cellule nerveuse sur ces phénomènes a déjà été évoquée au début de ce travail et sera encore envisagée plus loin.

On peut aussi se demander si le gonflement des granules terminaux et l'apparition puis la libération des rondelles sont la seule manifestation d'altération cyclique des formations métaterminales. En de nombreuses régions, mes collaborateurs et moi-même avons observé des prolongements nerveux, le plus souvent sensitifs, où l'appareil métaterminal est représenté par une fine bouclette traversée par des filaments extraordinairement ténus, figurant ainsi une minuscule raquette; aux points nodaux de son treillage, ou bien aux endroits où il se fixe sur la bouclette, se remarquent des granules. Il arrive fréquemment que cet ensemble devienne presque invisible, tant les filaments sont grêles, tandis que les granules gonflent légèrement (H. C. B. DENBER, 1944, *loc. cit.*), puis le treillage et la bouclette disparaissent, laissant ainsi à leur place un semis de granulations argyrophiles. Il n'est pas rare d'observer ces sortes de constellations microscopiques et de trouver dans la même région d'une coupe un nombre de grains imprégnés par l'argent dépassant celui généralement reconnu dans les appareils métaterminaux. Je suppose donc qu'il s'agit là encore du résultat de phénomènes cycliques; après s'être désagrégés, les appareils métaterminaux en forme de raquette se reconstitueraient à leur emplacement primitif et sèmeraient ainsi à nouveau des granules capables de persister un certain temps.

L'analogie de tous ces faits avec ceux que j'ai observés dans les méninges, du Rat et du Cobaye est telle que je reste persuadé de la possibilité de modifications cycliques dans l'ensemble des appareils métaterminaux, c'est-à-dire dans cette partie des terminaisons nerveuses qui échappe le plus souvent aux observateurs, parce qu'elle n'est visible qu'avec une excellente fixation et une optique très puissante. Dans le cerveau du Poisson rouge, aussi bien que dans de nombreux tissus de Mammifères: centres nerveux, ganglions sympathiques, dure-mère, médullo-surrénale, j'ai vérifié l'apparition de rondelles ou de semis de granulations argyrophiles, qui sont les meilleurs témoins de ces phénomènes périodiques. Ainsi les synapses ou points de contact des fibres nerveuses ne doivent plus être considérés comme définitivement fixés, dès que le corps de l'animal a atteint son état adulte, ainsi que le serait une bonne installation électrique. A ses deux extrémités, l'une la plus volumineuse, le corps cellulaire, l'autre la plus fine, l'appareil métaterminal, le neurone manifeste des phénomènes vitaux qui se traduisent par des changements continuels. J'ai déjà exposé les modifications peut-être périodiques des neurofibrilles intracellulaires¹; en ce qui concerne l'appareil métaterminal, les aspects observés correspon-

dent également à un cycle qui se renouvelle, sans qu'il soit possible d'en évaluer avec précision la période, ou la coïncidence avec celui de la cellule.

En étudiant les synapses sur les moto-neurones spinaux du Chat, M. L. BARR (1939, *loc. cit.*) a remarqué combien certains boutons terminaux plus volumineux que les autres, paraissaient altérés; il a supposé qu'il y avait peut-être là une manifestation d'une activité fonctionnelle ou bien que ces terminaisons appartenaient à des neurites provenant de cellules où s'observe, à l'état normal, une véritable chromatolyse. BARR a donc eu également l'intuition de l'existence de processus d'altération des cellules et de leurs terminaisons, dans des conditions habituelles, en dehors de toute intervention expérimentale, ou d'influence pathologique; mais il n'a pas supposé qu'il pouvait se trouver là un phénomène cyclique.

Il est permis de se demander maintenant quelles sont les réactions physiologiques qui correspondent à ces manifestations de nature périodique. Il s'agit en somme d'une dégénérescence partielle de la terminaison nerveuse, suivie de la régénération de l'extrémité libre dans les tissus, ou qui forme synapse avec un autre neurone ou bien avec des éléments très différenciés. Il est donc nécessaire de se rendre compte de ce qui se passe lors de la dégénérescence ou de la régénération des fibres nerveuses soumises à un examen concernant leurs fonctions.

De nombreuses observations ont permis à F. DE CASTRO¹ d'affirmer que, dans le système nerveux périphérique, les dégénérescences de nature morphologique ou physiologique sont concomitantes. De même J. TITECA² constate que la transmission neuro-musculaire, lors de la dégénérescence wallérienne, s'arrête avant que la conduction cesse dans la fibre motrice, mais dès que sa terminaison est altérée. Au niveau de ces mêmes plaques, après section du nerf, l'influx ne passe plus sitôt que les filaments terminaux montrent des signes de désintégration (N. Å. HILLARP, 1946, *loc. cit.*).

Lorsque la régénération se produit, la plaque motrice offre d'abord une structure compliquée, à cause de l'exubérance des ramifications nerveuses. Les mouvements volontaires redeviennent alors possibles, mais sans aucune coordination. Ce n'est que plusieurs mois plus tard que la motilité est à nouveau normale, dès que les fibrilles en surnombre ont disparu (J. BOEKE et G. C. HERINGA³, J. BOEKE⁴).

Dans le cours du développement des Mammifères, des terminaisons motrices non différenciées peuvent entrer en contact avec les fibres striées des muscles respiratoires squelettiques; l'influx nerveux est déjà

¹ F. DE CASTRO, Trab. Lab. Investig. biol. Univ. Madrid 26, 357 (1929-30).

² J. TITECA, Arch. int. Physiol. 41, 1 (1935).

³ J. BOEKE et G. C. HERINGA, Proc. Kon. Akad. v. Wetensch. Amsterdam 27, 812 (1924).

⁴ J. BOEKE, Brain 44, 1 (1921).

¹ A. WEBER, C. R. Soc. Biol. Paris 141, 683 (1947).

capable de les exciter, mais les contractions rythmiques sont saccadées (L. M. DICKSON¹).

Des observations analogues ont été faites sur des terminaisons sensibles; tant que les fibres nerveuses cutanées, par exemple, ne sont pas totalement reconstituées après leur section, seule la sensibilité propathique réparaît (J. BOEKE et G. C. HERINGA, 1924, *loc.cit.*).

Dans de nombreux cas d'altérations pathologiques ou expérimentales du système nerveux périphérique, les caractères de la sensibilité algique cutanée sont profondément modifiés. Cela correspond toujours à une disposition anormale des terminaisons de fibres nerveuses; ainsi dans la régénération de ces dernières, la présence à leur extrémité, de cônes de croissance s'accompagne toujours d'un phénomène douloureux insupportable, à la suite d'une légère piqûre par une pointe d'épingle (G. WEDDEL, D. C. SINCLAIR et W. H. FEINDELL²).

De même dans les anastomoses croisées, les synapses formées dans les ganglions de la chaîne sympathique, entre les fibres de nerfs somatiques et les cellules ner-

veuses, ne deviennent fonctionnelles que lorsqu'elles sont capables d'acquérir leurs aspects normaux (N. Å. HILLARP, 1946, *loc.cit.*).

Par analogie, il est bien permis de supposer que les altérations très vraisemblablement cycliques, groupées en petits îlots et observables dans le noyau thalamique antérieur du Lapin, aussi bien au niveau des synapses péricellulaires que de celles du neuropile, correspondent soit à une modification de l'influx nerveux, soit même à l'interruption de sa transmission.

Summary

In the tissues of animals of normal appearance belonging to very different classes of vertebrates, both fishes and mammals, I have observed destructive phenomena in the finest neural terminations, the metaterminal apparatus. These phenomena are manifested through the production of tiny accumulations of a silver-staining substance, or rather by the formation of a tiny round plaque (rondelle) characteristic of an abortive regeneration.

In the anterior nucleus of the thalamus of the adult rabbit, these processes are localized in minute islets, within which they can be observed equally well on the pericellular terminations and on the terminations of the neuropil.

When these synaptic alterations are at their maximum, the nervous impulses are without, profoundly modified, or even interrupted.

¹ L. M. DICKSON, J. Anatomy, Londres 74, 268 (1939-40).

² G. WEDDEL, D. C. SINCLAIR et W. H. FEINDELL, J. Neurophysiol. 11, 99 (1948).

Brèves communications - Kurze Mitteilungen Brevi comunicazioni - Brief Reports

Les auteurs sont seuls responsables des opinions exprimées dans ces communications. - Für die kurzen Mitteilungen ist ausschließlich der Autor verantwortlich. - Per le brevi comunicazioni è responsabile solo l'autore. - The editors do not hold themselves responsible for the opinions expressed by their correspondents.

Macrozamin, a Toxic Nitrogen-containing Primeveroside

Macrozamin, the constituent responsible for the toxicity of *Macrozamia spiralis* to sheep, cattle and humans was first isolated by COOPER¹. In work described recently² we have obtained macrozamin from the Western Australian plant *M. RIEDLEI*, and have shown it to have the molecular formula $C_{13}H_{24}O_{11}N_2$. The molecule contains a primeverosyl (6- β -D-xylosido-D-glucosyl) residue, the remaining fragment, $C_2H_5O_2N_2$, being uniquely attached to the glycosidic centre of the glucose unit. Acetylation of macrozamin gives a hexaacetate in which all acetyl groups are attached to the disaccharide component. We wish here to give a preliminary account of some properties of macrozamin which are pertinent to the structure of the hypothetical

aglycone, $C_2H_5O_2N_2$, which must contain a double bond or a cyclic system.

Macrozamin shows no specific absorption in the ultraviolet above 2200 Å, is devoid of markedly acidic or basic functions, and is not affected by nitrous acid or by 5% hydrogen peroxide. Its hexaacetate is unaffected by treatment with ethereal diazomethane, bromine in chloroform, or methyl iodide. The glycosidic link in macrozamin is broken, and the sugar component set free under relatively mild conditions by three classes of reagent; aqueous acids and alkalis, and certain reducing agents. It has not been possible to isolate the aglycone portion intact by the use of any of these reagents; although macrozamin itself is stable at 100° alone and in neutral aqueous solution, its aglycone is an unstable entity, which breaks down into small fragments immediately on liberation. Nor have any reagents so far been found which are capable of modifying the structure of the aglycone without causing its separation from the sugar residue and subsequent decomposition; the

¹ J. M. COOPER, Proc. Roy. Soc. New South Wales 74, 450 (1941).

² B. LYTGOE and N. V. RIGGS, J. Chem. Soc., in the press.

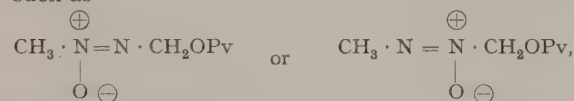
chemical behaviour of macrozamin therefore provides only a limited amount of structural information.

The hydrolysis of macrozamin with hot *N* hydrochloric acid takes place stoichiometrically, the primeverose appearing as glucose and xylose, and the two carbon atoms of the aglycone as methanol and formaldehyde. The nitrogen atoms appear quantitatively as nitrogen gas. A formation of elementary nitrogen on hydrolysis of a plant product has not previously been observed, and we consider it to indicate that the two nitrogen atoms of macrozamin are linked directly to each other.

Macrozamin is very labile to aqueous alkalis, even 2 *N* aqueous ammonia causing a rapid decomposition in which the primeverose is liberated intact. The reaction with hot dilute sodium hydroxide has been followed quantitatively; the principal nitrogenous products are cyanide ion (0.5–0.7 mol) and elementary nitrogen (0.5 mol), together with small amounts (c. 0.09 mol each) of methylamine and ammonia.

Macrozamin absorbs no hydrogen in the presence of Adams' palladous oxide in aqueous alcohol. In aqueous acetic acid with zinc dust the glycosidic link is broken and primeverose liberated, although macrozamin is stable to aqueous acetic acid alone. Use of the hexaacetyl derivative in purified ethyl acetate with Adams' platinic oxide and hydrogen gave variable results; in some experiments no reduction took place; in others some hydrogen was absorbed, but afterwards only unchanged starting material, together with a nitrogen-free substance could be isolated; the latter gave heptaacetyl primeverose on acetylation and is probably heptaacetyl primeverose. Using the same catalyst, macrozamin in 0.2 *N* hydrochloric acid absorbs 4 mols hydrogen at room temperature, giving 2 mols of a volatile base, identified as methylamine by conversion to its chloroplatinate; significant amounts of dimethylamine or ammonia were absent. Similar reduction in *N* hydrochloric acid causes absorption of only 3.3 mols hydrogen; 2 mols of base are formed, but this must contain ammonia as well as methylamine, since 0.4 mols formaldehyde were also present in the products of reduction.

This behaviour excludes most of the known types of nitrogen structure for the macrozamin molecule. That open to least objection is an aliphatic azoxy structure, such as



where Pv represents the primeverosyl radical, $\text{C}_6\text{H}_9\text{O}_4 \cdot$, $\text{C}_6\text{H}_{10}\text{O}_5 \cdot$, and the synthesis of aliphatic azoxy compounds for comparison purposes is being undertaken in this laboratory. The above experiments will be described and discussed in greater detail elsewhere.

B. LYTHGOE and N. V. RIGGS

University Chemical Laboratory, Cambridge, England, August, 30, 1949.

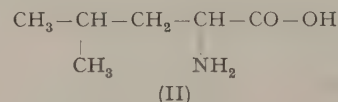
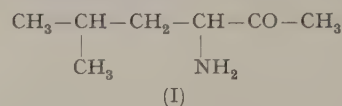
Zusammenfassung

Macrozamin, der toxische Bestandteil der australischen Pflanze *Macrozamia Riedlei*, besitzt die Formel $\text{C}_{13}\text{H}_{24}\text{O}_{11}\text{N}_2$ und enthält eine Primverosylgruppe, glykosidisch mit einem Rest $\text{C}_2\text{H}_5\text{O}_2\text{N}_2$ verbunden. Dieser Rest zerfällt sofort quantitativ in Methanol, Formaldehyd und elementaren Stickstoff, wenn er durch verdünnte Säure in Freiheit gesetzt wird. Auch durch kalte verdünnte Alkalien wird die glykosidische Bindung ge-

spalten. Es entstehen dann als stickstoffhaltige Hauptprodukte Stickstoffgas und Blausäure. In neutraler Lösung wird Macrozamin durch Wasserstoff und Palladium nicht reduziert, wohl aber in verdünnter Säure mittels eines Platinkatalysators. Dabei werden 4 Moleküle Wasserstoff aufgenommen unter Abspaltung des Zuckerrestes und Bildung von 2 Molekülen Methylamin. Die angeführten Tatsachen weisen auf keine eindeutige Struktur hin. Sie sind aber am besten mit einer aliphatischen Azoxyformel vereinbar.

Regenerationshemmende Wirkung einer leucin-ähnlichen Verbindung, des 2-Methyl-4-amino-hexanon-(5)

Im folgenden berichten wir über einige biologische Effekte¹ des 2-Methyl-4-amino-hexanon-(5) (I), einer Verbindung, die sich als strukturähnlich² mit dem Leucin (II) formulieren läßt.



Angaben über die von H. KÜHNE durchgeführte Darstellung und die chemischen Eigenschaften dieser Verbindung erfolgen an anderer Stelle. Das Hydrochlorid des 2-Methyl-4-amino-hexanon-(5) schmilzt bei 154° und ist in Wasser gut löslich. Die Verbindung geht in alkalischen Lösungen in Gegenwart von Oxydationsmitteln in das entsprechende Pyrazinderivat über, ist aber in saurer Lösung beständig.

Die Substanz wurde in destilliertem Wasser gelöst und auf ihre biologische Wirkung im Regenerationstest an der Larve des Krallenfrosches *Xenopus laevis* geprüft³. Die Länge der regenerierenden Schwanzspitze war bei den behandelten Tieren gegenüber der Kontrolle (Regenerationslänge = 100%) im 10-Tage-Versuch wesentlich reduziert. Sie betrug bei einer Serie junger Larven von ca. 2,5 cm Länge in der Konzentration 1:10000 0,3%, in 1:20000 8%, in 1:30000 14%, in 1:50000 33%, in 1:100000 47%, in 1:200000 53% und in 1:500000 83%. Bei älteren Tieren von ca. 3 cm Länge war der Effekt etwas geringer, er lag immerhin für die gleichen Konzentrationen zwischen 43% und 83%. Damit gibt die Substanz einen regenerationshemmenden Effekt bei großer Wirkungsbreite und geringer Toxizität, wie er bei zahlreichen anderen, als wachstumshemmend bekannten Substanzen in diesem Ausmaße von uns bisher nicht gefunden wurde⁴. Der Effekt wird durch Zusatz von *l*-Leucin nicht beeinflusst. Das histologische Bild der gehemmten Regenerate zeigt wenige, aber normale Mitosen, dagegen sind die histologischen Umwandlungen im Regenerationsbereich des Schwanzes schon nach 36 Stunden gegenüber den gleich alten Kontrollen deutlich verzögert und vor allem in der

¹ Über die Eigenschaften des entsprechenden, mit Tyrosin isosteren Aminoketons s. H. ERLÉNMEYER und H. KÜHNE, *Helv. chim. acta* 32, 370 (1949).

² Siehe H. ERLÉNMEYER, *Bull. Soc. Chim. biol.* 30, 792 (1948).

³ F. E. LEHMANN, W. BERNHARD, H. HADORN und M. LÜSCHER, *Exper.* 1, 232 (1945); M. LÜSCHER, *Helv. physiol. acta* 4, 465 (1946).

⁴ F. E. LEHMANN, *Exper.* 3, 223 (1947) und unpublizierte Befunde.

Epidermis, die besonders langsam regeneriert, nicht so ausgeprägt wie in der Norm. Der Effekt der geprüften Substanz scheint sich also in der Hemmung des ganzen regenerativen Funktionszustandes zu äußern, er kann somit eher als *histostatisch* denn als antimitotisch angesprochen werden, im Gegensatz zum Colchicin, das teilungsreife Zellen zur Mitose anregt und sie dann zur Degeneration zwingt und damit ausgesprochen zytoklastisch wirkt¹.

H. ERLÉNMEYER und F. E. LEHMANN

Anorganisch-chemische Anstalt der Universität Basel und Abteilung für Zoophysiologie des Zoologischen Instituts der Universität Bern, den 26. September 1949.

Summary

The 2-methyl-4-amino-hexanone-(5) (I) which is structurally similar to leucine (II) has a strong inhibiting effect on the regeneration of the tail in *Xenopus* tadpoles. The range of the inhibiting concentration is remarkably wide and the toxicity rather low. The inhibiting effect is not antagonized by leucine. The histological picture of inhibited regenerating tissues suggests a rather histostatic than a pronounced antimitotic action.

¹ M. LÜSCHER, *Helv. physiol. acta* 4, 465 (1946).

Cytological Studies upon Genus *Otiorrhynchus* (Curculionidae, Coleoptera) in Poland

The weevil genus *Otiorrhynchus* GERM. is particularly suited to be studied from the point of view of geographical parthenogenesis. There occur parthenogenetic species, and related bisexual ones; among many species of this genus both parthenogenetic and bisexual races are known. In *O. scaber* L. there are even two parthenogenetic races: the one, Alpine, being triploid, and the other, from Finland, tetraploid¹. From previous research it becomes evident that different races have different geographical range, in some cases the parthenogenetic and bisexual ones coexist in the same localities. It is known, from cytological studies of SUOMALAINEN² and SEILER³ that parthenogenetic races are polyploid in comparison with the bisexual ones, treated as diploid. In genus *Otiorrhynchus* no diploid parthenogenetic race was found, though it occurs in genus *Polydrosus*. As in Finland *P. mollis* STRÖM. breeds in Poland as parthenogenetic and diploid. The occurrence of this race is affirmed in the Pieniny Mountains (a chain of lime rocks north of the Tatras) and near Krakow (not yet published). SUOMALAINEN presumes that parthenogenetic diploid races ought to exist also in genus *Otiorrhynchus*, this being the intermediary stage between bisexual-diploid, and parthenogenetic-polyploid races, as found in *Solenobia triquetrella*⁴. The lack of evidence as to the existence of such a race in genus *Otiorrhynchus* may be due to the scarcity of material studied up to now. SUOMALAINEN expresses his opinion, that geographical parthenogenesis and polyploidy of weevils has a connexion with the glacial period¹. To prove this, it is

necessary to investigate cytologically many species and races, also in different points of their distributional range.

SUOMALAINEN's study covers areas of Finland, Germany, Austria, Switzerland, the results of an analysis of 30 species having been published. SEILER has investigated the cytology of *O. sulcatus* F. occurring near Naumburg. Till recently any knowledge concerning chromosome-relations of weevils in Poland was lacking, although this area, considering its proximity to SUOMALAINEN's area, as well as its specific conditions in the glacial period, deserves attention.

Since 1947 I have collected material for cytological studies of weevils of Poland, especially those of genus *Otiorrhynchus*. One part of my results forms the subject of this notice.

The material described here comes chiefly from the Karpaty Mountains. The 10 species investigated (*inflatus* v. *salebrosus* BOH., *multipunctatus* F. [= *irritans* HBST.], *niger* F., *fuscipes* OL., *morio* F., *kollari* GYLL., *equestris* RICHT., *obtusius* BOH. [= *graniventris* MILL.], *corvus* BOH., *obsidianus* BOH.) were collected in the Tatra Mountains (Mala Laka Valley, Suchy Zleb-Kalatówki, Gubalówka), in Eastern Beskid (Wielka Roztoka Valley), Western Beskid (Babia Góra), and 1 species, *O. repletus* BOH., endemic for Poland, in the neighbourhood of Warsaw.

The localities cited above have had different conditions during the glacial period. Mala Laka Valley was covered with glacier, the morens existing till now prove it definitely¹. From the lower parts of this valley there come very abundantly *O. niger*, *corvus*, *multipunctatus*. From the upper parts in neighbourhood of the glacial cirque *O. kollari*. All these species are—in these localities—bisexual. Similar conditions existed in Suchy Zleb where bisexual *O. obtusus* is found. The question of the glaciation of Gubalówka, where *O. fuscipes* taken for investigation were collected, is not yet definitively solved. On the contrary Wielka Roztoka Valley, the habitat of bisexual *O. kollari*, *niger*, *equestris*, *obsidianus*, *inflatus* was not covered with glaciers. This concerns probably also habitats on the Babia Góra slopes where *O. morio* is found.

All (11) species investigated are, in the localities cited above, bisexual and diploid. Chromosome relations of different species are described on the basis of a study of spermatogenesis. Up to this time the course of spermatogenesis was known, according to SUOMALAINEN, in *O. niger*, *fuscipes*, *morio*, *equestris*, *inflatus*. New results concern *O. corvus*, *multipunctatus*, *obsidianus*, *obtusius*, *kollari*, *repletus*.

The diploidal number of chromosomes stated in spermatogonies is 22 (as in the bisexual ones according to SUOMALAINEN), 20 being autosomic and 2 sexual, which differ in size. Meiosis goes on normally. In the first metaphase 11 elements are visible, 10 of which form autosomic tetrads, the 11th being a pair of sexual chromosomes. In the first anaphase the conjugating elements undergo a separation and the plates arising have 11 chromosomes each, 10 of which are autosomes, and the 11th chromosome x or y . The second meiotic division is equational. The further course of spermatogenesis is also normal.

(Mrs.) I. MIKULSKA

Department of Zoology, Jagellonian University, Krakow, and Department of Comparative Anatomy and Embryology, Copernicus University, Toruń, Poland, June 30, 1949.

¹ B. HALICKI, *Bull. Serv. Géol. Pologne* 5, 23 (1930).

¹ E. SUOMALAINEN, *Sitz.-Ber. Finn. Akad. Wiss.* 1944, 181 (1945).

² E. SUOMALAINEN, *Ann. Acad. Sci. Fennicae*, Ser. A, 14, 1 (1940); *Hereditas* 33, 29 (1947).

³ J. SEILER, *Chromosoma* 3, 88 (1947).

⁴ J. SEILER, *Rev. suisse zool.* 48, 537 (1941); 3. Jahresber. Schweiz. Ges. Vererbungsforsch. 18, 691 (1943); *Rev. suisse zool.* 53, 529 (1946).

Résumé

L'auteur a étudié le nombre de chromosomes dans la spermatogénèse de 11 espèces suivantes du genre *Otiorrhynchus* GERM., provenant de diverses localités en Pologne: *inflatus* v. *salebrosus* BOH., *multipunctatus* F. (= *irritans* HBST.), *repletus* BOH., *niger* F., *fuscipes* OL., *morio* F., *kollari* GYLL., *equestris* RICHT., *obtusus* BOH. (= *graniventris* MILL.), *corvus* BOH., *obsidianus* BOH. Toutes les espèces étudiées sont bisexuées et diploïdes; le nombre somatique de chromosomes = 22, dont 20 autosomes et 2 hétérochromosomes. La méiose chez toutes ces espèces est tout à fait typique.

A new and simple Method for the Purification and Concentration of Influenza virus

Several methods have been described for the purification and concentration of influenza virus. These methods have recently been summarized by Cox *et al.*¹

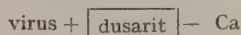
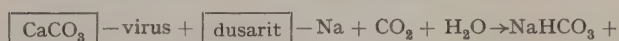
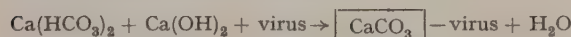
The new method described below has proved to be extremely simple and effective.

To 10 ml allantoic fluid containing influenza virus 5 ml of a $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ solution is added, prepared by passing an excess of CO_2 into a saturated solution of $\text{Ca}(\text{OH})_2$.

To this mixture 4.5 ml of a saturated $\text{Ca}(\text{OH})_2$ solution is added. A precipitate of CaCO_3 is formed, adsorbing the virus quantitatively. After centrifuging in an ordinary laboratory centrifuge the clear supernate, showing no virus activity, is discarded. The precipitate is resuspended in a 0.9 per cent NaCl solution, e.g. 5 ml if a twofold virus concentration is desired. In order to bring the p_H up to 7 a small quantity of Na_2CO_3 has to be added to the NaCl solution.

0.5 g sodiumdusarit² is added to the suspension and CO_2 is passed slowly into the solution until the precipitate of CaCO_3 is dissolved. After centrifuging the supernate proves to contain all the original virus effectively purified, as nitrogen determinations have shown.

The whole procedure can be described in the following scheme (apart from coefficients)



According to this method vaccines have been prepared from different virus strains. These vaccines showed excellent antigen properties, the same as the suspension of CaCO_3 -adsorbed virus. The latter, however, was unstable and lost its agglutination activity within a few days.

Virus recovery was about 100 per cent, and no loss of infectivity as compared with the original allantoic fluid could be observed in egg-infection tests.

In these experiments only the coarse dusarit fraction was used, obtained by suspending the commercial product in distilled water and discarding the supernate,

¹ H. R. COX, J. VAN DER SCHEER, S. AISTON, and E. BOHNEL, J. Immunol. 56, 149 (1947).

² Dusarit, also known as Zeo-Carb, is a sulfonated coal product with powerful permutit properties. It is manufactured by Duper Waterreiniging N. V., Heerengracht 120, Amsterdam. – The efficiency of Dusarit is quite different from that of $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ as described by J. E. SALK, (Science 101, 122 [1945]). Dusarit does not consist of $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$, but contains at most an insignificant amount of it as contamination.

which contains the small particles and eventually fine grade impurities. This simple manipulation was repeated until resuspending gave a rapidly sedimenting product and a water-clear supernate. After this the coarse fraction was treated twice with a saturated NaCl solution and finally washed once or twice with distilled water. The product is partially dried at 37° and may be sterilized in a moist atmosphere.

The author is much indebted to Prof. Dr. J. MULDER for permanent interest and encouragement, to Miss R. M. J. VAN BENTHEM for technical assistance, and to N. V. PHILIPS-ROXANE WEEP (Netherlands) for a grant given.

A. J. ZWART VOORSUIJ

Department of Internal Medicine, University Hospital, Leiden, July 20, 1949.

Zusammenfassung

Es wird eine neue Methode für die Reinigung und Anreicherung von Influenzavirus beschrieben: Das Influenzavirus wird zunächst an CaCO_3 adsorbiert. Dieses wird mit Hilfe von eingeleiteter CO_2 in Lösung gebracht. Die Ca-Ionen werden mit Hilfe von Dusarit, einem sehr wirksamen «Permutit»-Körper gegen Na-Ionen ausgetauscht.

Experiments with Nitrogen-Fixing Microorganisms from the Rumen of the Goat¹

Previous investigations have shown that certain types of the symbiotic microorganisms in the rumen of cow and sheep regularly possess nitrogen fixing capacity². There can be no doubt that this property is common to the whole group of ruminants. It is therefore not surprising that the goat rumen also contains nitrogen fixing bacteria. To test this, Erlenmeyer flasks (300 ml) containing 100 ml of culture liquid³ were inoculated with 0.05 ml of material taken from the rumen of the goat. An analysis carried out after a period of ten days revealed an increase in the total nitrogen content of about 200%. As nothing is known of the physiological role which the nitrogen-fixing bacteria may play in the economy of their host animal, many questions arise.

First it is desirable to determine the number of the nitrogen fixers and to know whether that number is constant. In an investigation of this kind it is essential to take samples at regular intervals from the contents of the rumen of the same animal. This is possible by means of a permanent rumen fistula, which allows easy access to the rumen, and affords sterile closing when not in use. For the purpose of the experiment a 3–4 year old goat was used³.

In the winter month, on a daily diet of 1 kg oats + hay + bicalciumphosphate, samples were taken twice monthly. The dilution technique was employed, and on plating out 1 γ of rumen liquid on a nitrogen-free agar medium², it was found that 1–9 colonies developed. This reveals the average figure of $5 \cdot 10^6$ nitrogen-fixing microorganisms p. ml.

The figures of the total number of the rumen bacteria, given in the relevant literature, are much higher. The nitrogen-fixing bacteria represent therefore only a small proportion of them. But these figures are scarcely

¹ I am indebted to the Swedish Wenner-Gren Foundation which has financed this work.

² L. TÓTH, Exper. 4, 395 (1948).

³ Docent I. SPERBER has kindly supplied me with samples taken from the goat. I thank him for the trouble he has taken in undertaking the surgical procedure.

comparable, since they have been obtained by different counting methods. The average figure of $5 \cdot 10^6$ p. ml represents only the number of rumen inhabitant micro-organisms of the goat which are able to grow in the absence of a nitrogen source in the culture medium. This, however, is a specific experimental condition, neither physiological nor optimum, and, as the cultivating procedure by no means resembles the natural condition in the rumen, the correct number of the nitrogen-fixing bacteria of the rumen may be higher.

Change in the diet, from winter fodder to grass, was accompanied by a sudden decrease in the number of the nitrogen fixers, and, it lasted 5–6 weeks, until a new provisional average figure of $2 \cdot 10^5$ p. ml was established.

The microorganisms cultivated from the rumen of the same goat, and on the same nitrogen-free agar medium, reveal colonies of different colour, shape, and size. Microscopical examination has shown that each type of colony contains another bacteria strain. The most common strain forms gelatinous yellowish-coloured colonies of 2 mm in diameter on the surface of the slant agar.

To test the nitrogen-fixing capacity of these bacteria, nitrogen-free culture liquid was inoculated with bacteria suspensions of the different strains¹. The increase in nitrogen fixed is quite considerable in each case. There results an average value of 10 mg p. l of culture liquid, starting from 2 mg p. l. The differences between the various strains of bacteria from the goat in respect of nitrogen-fixing ability are not so remarkable as, for instance, those in the case of the cow.

As there exist together in the rumen of the same goat several different strains of nitrogen-fixing bacteria, the question arises, whether the nitrogen fixation is not more effective in mixed culture. Three different strains were tested in all seven possible combinations, but no remarkable differences could be observed. However it cannot be concluded that the information derived from this experiment is applicable to the natural condition in the rumen.

The greatest part of the total nitrogen fixed by the cultivated bacteria of the goat rumen, is present as plasma protein of the bacteria. This is separable by Seitz filter. A smaller part of the fixed nitrogen, on the contrary, is able to pass through the sterilizing filtering film. The percentage of the non-bacteria nitrogen is highest on the second day of the experiment (c. 30%) attains its minimum on the 4–5th day and then rises again. This later rising-phase can perhaps be explained by bacteriolysis, but the second day maximum may be due to other causes.

The presence of nitrogen fixing bacteria in the rumen raises the question of the possibility of nitrogen of the air entering the metabolism of ruminants by means of bacterial activity in the rumen. There is now some evidence to disprove this. It is a well-known characteristic of all nitrogen-fixing bacteria that in the presence of bound nitrogen no fixation occurs. The level at which no more fixation takes place is very low, being in the case under consideration below 30 mg p. l of culture medium. Against this the bacteria-free rumen liquid of the same goat shows nitrogen amounts as much as 300 mg p. l or more. It seems therefore improbable that fixation of the molecular nitrogen of the atmosphere can take place in the rumen, at any rate directly and under normal feeding conditions.

L. Tóth

Microbiological Institute, Uppsala-Ultuna, August 27, 1949.

¹ L. Tóth, *Exper.* 4, 395. (1948).

Zusammenfassung

In einer mit Pansenflüssigkeit der Ziege beimpften stickstofffreien Nährlösung ist in 10 Tagen eine Stickstoffanreicherung von rund 200% festzustellen.

Aus der Pansenflüssigkeit der Ziege, die durch eine permanente Pansenfistel entnommen wird, lassen sich verschiedene Typen stickstoffbindender Bakterien herauszüchten.

Diese Bakterien vermögen in stickstofffreier Nährlösung Luftstickstoff zu binden. Der Mittelwert der Stickstoffanreicherung beträgt dabei rund 10 mg pro l Nährlösung bei einem Ausgangswert von 2 mg pro l.

Das Ausmaß der Stickstoffanreicherung ist nicht nennenswert verschieden, wenn zur Beimpfung nur ein einziger Typ oder mehrere differente Typen der gezüchteten stickstoffbindenden Bakterien verwendet werden.

Die Zahl der keimungsfähigen Bakterien (auf stickstofffreiem Nährboden) variiert bei demselben Tier und bei gleichem Futter nur in geringem Maße und beträgt bei Winterfutter durchschnittlich $5 \cdot 10^6$ pro ml Panseninhalt. Beim Übergang zu Grünfutter sinkt die Zahl der Bakterien zunächst steil ab und erst nach 5–6 Wochen erreicht sie wieder einen neuen provisorischen Durchschnittswert von $2 \cdot 10^5$ pro ml.

Der gebundene Stickstoff besteht zum größeren Teil aus körpereigenen Stickstoffverbindungen der Bakterien. Den Rest (bis zu 30%) machen wohl andere stickstoffhaltige Verbindungen aus.

Unter normalen Bedingungen dürfte im Pansen keine Fixation von Stickstoff stattfinden, da der Stickstoffgehalt der bakterienfreien Pansenflüssigkeit viel höher ist als die obere Stickstoffgrenze bei der die gezüchteten Bakterien Stickstoff zu binden vermögen.

Antibacterial Activity of Liver Extracts against β -hemolytic Streptococcus

In the course of investigations on the distribution of penicillin in the body, we observed that mashes prepared from normal rat livers have an antibacterial activity against β -hemolytic Streptococcus. The tissue mashes were prepared in (1:1 parts) 1% phosphate buffer pH 6.0 either by hand grinding with a mortar and pestle, or by mechanical grinding, as described by us elsewhere¹. The serial dilution technique (RAMMELKAMP) with β -hemolytic Streptococcus, Strain 4, (Group A, Type 3) as test organism, and rabbit red cells as indicator of hemolysis, was employed. The readings were verified by streaking all tubes on blood agar plates. In fifty experiments liver mashes gave an inhibition of growth up to the fourth serial dilution tube (which corresponded to the inhibition induced by 0.0125 units of penicillin). Expressed in terms of penicillin effect the average inhibition of the liver mashes would be equivalent to 0.22 units of penicillin per gram of liver—which is a relatively high antibacterial activity. That this was a specific inhibition of β -hemolytic Streptococcus by rat liver was demonstrated by (1) failure of identically prepared kidney, lung, spleen, heart, brain, and muscle mashes to show any antibacterial activity, and (2) failure of all organ mashes tested, including liver, to inhibit the growth, when *Bacillus subtilis* (3 R 9675), *Klebsiella pneumoniae* (9997), and *Staphylococcus aureus* (209) were used as test organisms.

¹ B. S. SCHWARTZ and M. N. LEWIS, *J. Lab. a. Clin. Med.* 33, 904 (1948).

It also has been noted that a more constant and greater inhibition of the hemolytic *Streptococcus* is obtained with a finer dispersion of liver tissues, such as that produced by mechanical grinding.

M. N. LEWIS and B. S. SCHWARTZ

Department of Pharmacology and Chemotherapy, Warner Institute for Therapeutic Research, New York, August 12, 1949.

Riassunto

Le suspensioni di fegato di ratto esplicano attività antibatterica *in vitro* verso lo *Streptococco* β -emolitico. Tale azione è di una certa specificità in quanto suspensioni preparate allo stesso modo di rene, polmone, milza, cuore, cervello e muscoli sono inattive di fronte a questo microorganismo. Inoltre le medesime suspensioni, compresa quella di fegato di ratto, sono inattive se cimentate con *Bacillus subtilis*, *Klebsiella pneumoniae* e *Staphylococcus aureus*.

Données histochimiques sur les phosphatases alcalines chez *Acanthochites fascicularis* L.

L'importance des phosphatases dans le métabolisme des Mollusques est connue (voir en particulier MANIGAULT¹, mais nous n'avons pas trouvé, dans les périodiques qui nous ont été accessibles, de recherches histochimiques, permettant une localisation à l'échelle cellulaire. Aussi nous a-t-il paru intéressant de compléter nos études histologiques sur les Polyplacophores (GABE et PRENANT²), par la mise en évidence histochimique des phosphatases alcalines chez *Acanthochites fascicularis* L.

L'étude a porté sur des exemplaires aimablement récoltés à notre intention par le Prof. E. FISCHER et par M. A. FRANC (Laboratoire maritime de Dinard). Les pièces ont été fixées à l'alcool et à l'acétone, incluses à la paraffine et débitées en coupes sériées. L'enzyme a été mis en évidence suivant GOMORI³; en cas de besoin, les pièces ont été décalcifiées par le citrate d'ammonium à 5%. L'abondance toute particulière du fer figuré chez les Chitons oblige à éliminer cette cause d'erreur par la pratique successive de la réaction de GOMORI et de celle du bleu de Turnbull sur la même préparation (ARVY et GABE⁴).

Comme nous l'avons montré dans nos travaux précédents, les fixateurs à base d'alcool ou d'acétone conservent très mal les structures cellulaires chez les Polyplacophores. C'est dire que la localisation intracellulaire de la diastase est souvent malaisée.

Le tégument est très pauvre en phosphatase; seules certaines des granulations des cryptes glandulaires épidermiques donnent la réaction de Gomori. Les esthètes n'en contiennent pas, de même que l'épithélium de la face ventrale du pied; celui des versants latéraux du pied est doué d'une activité phosphatasique discrète. Les branchies sont dépourvues de phosphatase.

Parmi les épithéliums de la poche buccale, seul celui du versant dorsal donne la réaction, quand on a soin d'éliminer l'erreur due au fer. L'épithélium de la gaine radulaire est dépourvu de phosphatase et sa coloration en noir est due à la présence de calcium et de fer figuré.

Par contre, la glande à sucre est très riche en phosphatase alcaline; les cellules pariétales donnent la réaction dans les régions supra-nucléaires alors que les cellules des villosités noircissent en totalité (fig. 1). Ces localisations diffèrent entièrement des granulations noires après



Fig. 1. — Glande à sucre (à droite) et bande ciliée de l'estomac (à gauche). Fixation à l'alcool, réaction de Gomori. Remarquer l'intensité de la réaction dans les villosités de la glande à sucre. Photomicrographie, 400 diamètres.

action du sulfure d'ammonium, signalées dans un travail précédent. Dans l'œsophage postérieur, la réaction est localisée dans une bande étroite au pôle apical des cellules.

Les bandes ciliées de l'épithélium gastrique sont dépourvues de phosphatase; les régions non ciliées donnent fortement la réaction; comme dans le cas de l'œsophage, l'activité phosphatasique est localisée au pôle apical de la cellule. Dans l'intestin antérieur, qui, du point de vue cytologique, se rapproche des régions non ciliées de l'estomac, la réaction est également intense. Le foie est dépourvu de phosphatase histochimiquement décelable (fig. 2).

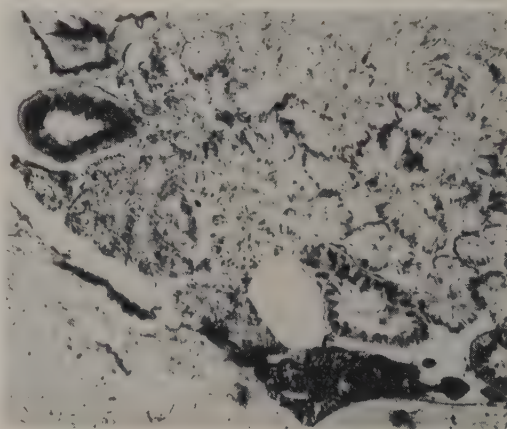


Fig. 2. — Pied et masse viscérale d'*Acanthochites fascicularis*. Fixation à l'acétone, réaction de Gomori. Le tissu conjonctif et musculaire du pied est à peu près dépourvu d'activité phosphatasique (les grains noirs sont dus à la présence de fer figuré). Réaction intense du rein (entre le pied et la masse viscérale), des régions proximales de l'intestin postérieur (angle supérieur gauche). Réaction moins intense des régions distales de l'intestin postérieur, compte tenu de la présence de fer figuré. La teinte noire des cellules basales des tubuli hépatiques est due à la présence de calcium. Photomicrographie, 30 diamètres.

¹ P. MANIGAULT, Ann. Inst. océanographique 18, 331 (1939).

² M. GABE et M. PRENANT, Arch. Anat. micr. 37, 136 (1948); Acta morph. Neerl. 6, 404 (1949); Arch. Biol. 60, 39 (1949); Arch. Anat. micr. 37, 65 (1949); Ann. Sci. nat. zool., sous presse (1949); C.R. Ass. Anat., sous presse (1949); La Cellule, 53, 99 (1949).

³ G. GOMORI, Amer. J. Clin. Pathol. 16, 347 (1946).

⁴ L. ARVY et M. GABE, Bull. Histol. appl., sous presse (1949).

L'intestin postérieur contient une phosphatase alcaline; la réaction, dont l'intensité diminue à mesure que l'on se rapproche du rectum, est donnée à la fois par le pôle apical de la cellule et par la limitante basale (fig. 3). Les trois catégories cellulaires (cellules ciliées, muqueuses et glandulaires) se comportent de façon identique. Dans la dernière anse de l'intestin postérieur, très riche en fer figuré, la phosphatase est localisée à une bordure apicale très mince (fig. 4). Le rectum est dépourvu de phosphatase.

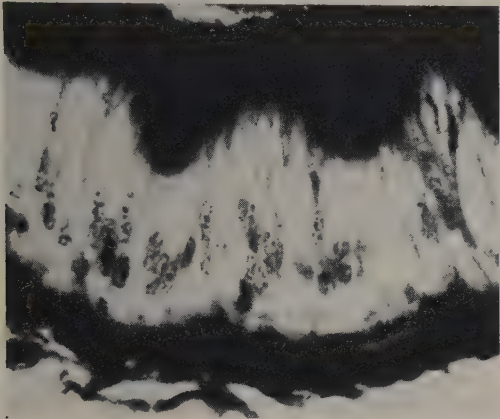


Fig. 3. – Détail de la fig. 2. Région proximale de l'intestin postérieur. Remarquer l'intensité de la réaction au pôle apical et à la base des cellules. Photomicrographie, 400 diamètres.

Toutes les parties du rein et du canal réno-péricardique sont très riches en phosphatase alcaline. Toutes les cellules sont uniformément colorées en noir; les fixations obligatoires dans la recherche histochemique des phosphatases créent des artéfacts particulièrement grossiers et il ne nous a pas été possible de mettre en évidence des localisations intracellulaires préférentielles.

Les spermatogonies et les spermatocytes sont dotés d'une phosphatase alcaline, à la fois nucléaire et cytoplasmique. Les spermatides et les spermatozoïdes en sont dépourvus.

Dans les ovocytes, la réaction de la phosphatase alcaline est strictement localisée aux nucléoles. La comparaison des différents stades évolutifs permet de retrouver

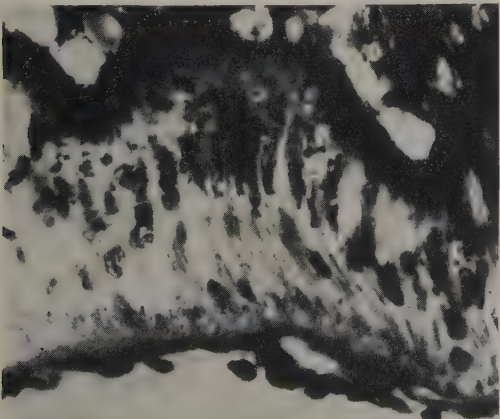


Fig. 4. – Même pièce que fig. 2. Réaction de Gomori suivie de réaction du bleu de Turnbull. Dernière anse de l'intestin postérieur. Remarquer l'étendue moindre des bandes noires aux pôles des cellules (comparer avec la fig. 3). Les chapelets de grains de la région supra-nucléaire des cellules représentent du fer figuré; ils sont colorés en bleu sur la préparation. Photomicrographie, 400 diamètres.

l'ensemble des structures nucléolaires décrites dans un travail précédent. L'épithélium ovarien, dont nous avons décrit ailleurs les particularités cytologiques, donne intégralement la réaction (fig. 5).

Les cellules conjonctives et musculaires ne contiennent pas de glycérophosphatase; les cellules sanguines en sont également dépourvues (ARVY et GABE¹). Les cellules nerveuses sont douées d'une activité phosphatasique très discrète.

Le résultat négatif de la recherche histochemique au niveau de certains tissus ne signifie évidemment pas l'absence d'activité phosphatasique. LISON² insiste, à juste titre, sur le fait que l'ensemble des lyoenzymes échappe à la détection histochemique. C'est avec cette restriction que l'on peut souligner de tels résultats dans les épithéliums qui élaborent des formations calcifiées et dans les cellules hépatiques.

Parmi les localisations au niveau du tube digestif, la présence d'une activité phosphatasique intense au niveau de la glande à sucre vient compléter nos connaissances biochimiques sur cet organe, qu'il y a lieu de considérer comme la vraie glande salivaire des Polyplacophores. Les régions du tube intestinal les plus riches en phosphatase alcaline sont celles que nous avons été amenés à considérer comme intervenant dans l'absorption.

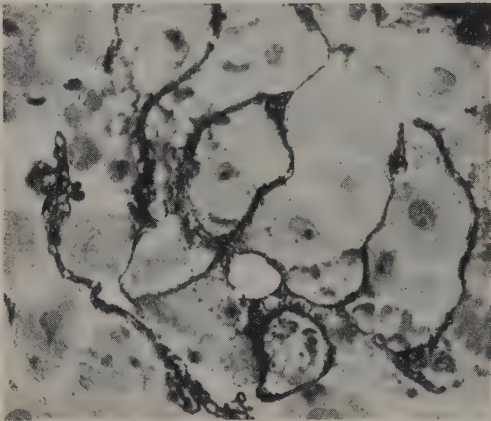


Fig. 5. – Ovaire d'*Acanthochites fascicularis*. Acétone, réaction de Gomori. Noircissement des nucléoles des ovocytes et de l'épithélium ovarien. Photomicrographie, 120 diamètres.

Les éléments de la lignée séminale se comportent au point de vue de l'activité phosphatasique comme chez d'autres animaux.

L'activité phosphatasique intense des épithéliums rénal et ovarien est à rapprocher de leur origine cœlomique commune.

Conclusion. L'organisme d'*Acanthochites fascicularis* est riche en phosphatase alcaline histochemiquement décelable. Parmi les localisations, il faut signaler notamment les cellules de la glande à sucre, l'épithélium intestinal absorbant, les éléments de la lignée séminale et les nucléoles des ovocytes, enfin les dérivés de l'épithélium cœlomique que sont l'épithélium rénal et ovarien.

M. GABE et M. PRENANT

Laboratoire d'anatomie et d'histologie comparées de la Sorbonne, Paris, le 12 août 1949.

¹ L. ARVY et M. GABE, Bull. Soc. Zool. France, sous presse (1949).
² L. LISON, Bull. Histol. appl. 25, 23 (1948).

Zusammenfassung

Der histochemische Nachweis der alkalischen Phosphatase bei *Acanthochites fascicularis* L. (Polyplacophora, Mollusca) erbringt den Beweis eines ausgedehnten Vorhandenseins des Ferments. Das Integument, das Bindegewebe und das Muskelgewebe enthalten keine oder nur Spuren von Desmophosphatase. Der Verdauungsapparat, insbesondere die Zuckerdrüse und der Mitteldarm sind dagegen reich an Phosphatase, desgleichen die Niere, die Spermatogonien und Spermatozyten, die Nukleolen der Ovozyten und das Epithel des Ovariums.

Apyrase Distribution in Sea-Urchin Eggs

One of the earliest steps following the fertilization of a sea-urchin egg is a very considerable amount of molecular rearrangement¹ which is necessary for the initiation of development. There is no satisfactory explanation of where the extra energy for initiating these reactions comes from since O₂ consumption in some species is increased² while in others it is decreased³. By analogy with muscle it might seem reasonable that rapid demands for energy could be met by phosphate bond energy. If this be so, the unfertilized egg would either have to have ATP-ase systems already present, or, the activation of such enzyme systems would have to be one of the early steps following fertilization.

Apyrase activity in frog eggs has been identified after 50 hours of development and has been found to exist in at least 3 protein fractions or complexes⁴. In *Strongylocentrotus*, whole egg extracts, and Weber solution extracts yield apyrase activity and there is some evidence that fertilized eggs contain more apyrase activity than unfertilized eggs⁵.

Chemical. ATP was obtained as the Ba salt. This was dissolved, the metal precipitated and the *p*_H adjusted to 7. Stock solutions of 10 mg free ATP per ml were prepared and kept at -20°C until used. Calcium activator 0.01 mg/ml final concentration was used in most cases and buffer for protein extraction was 0.1 M glycine-NaOH, *p*_H 9. Proteins were precipitated with 80% trichloroacetic acid and phosphate determinations were made with ammonium molybdate-β-naphtholsulfonic acid using a photoelectric colorimeter.

Eggs. Living material was obtained fresh daily and eggs were collected, strained through gauze and washed several times with filtered sea-water. In some cases eggs were subjected to lyophil processes from a preliminary freezing at -20°C. Fertilized eggs were obtained by treating eggs with sperm for such a time as to give 90% membrane elevation (c. 10 min. at 25°C) and were then lyophilized as above. All extracts derived from eggs were handled at 1°C throughout chemical treatment.

Apyrase Activity. In the case of whole eggs tested for surface apyrase activity, 100 mg wet weight of eggs was added per ml of ATP (1 mg/ml) solution in sea-water, and held at *p*_H 9 with glycine buffer. For whole egg homogenates and for lyophilized fractions, 50 mg dry weight of substance was used per 10 mg of ATP solution (*p*_H 7, with CaCl₂ activator). Incubation was for 1 or 2 hours at 25°C and 1 ml of 80% CCl₃COOH was added and the tubes iced at the end of the run.

Results. The data fall under the following general classifications: (1) examination of the apyrase activity of the surface of living eggs; (2) the apyrase activity of a brei of fresh eggs; and (3) activity in lyophilized, dialysed and protein-fractionated eggs.

¹ Cf. J. RUNNSTRÖM, L. MONN², and E. WICKLUND, *Nature* 153, 313 (1944).
² D. M. WHITAKER, *J. Gen. Physiol.* 15, 183 (1931).
³ D. M. WHITAKER, *J. Gen. Physiol.* 16, 475 (1933).
⁴ L. G. BARTH and L. JAEGER, *J. Cell. Comp. Physiol.* 30, 111 (1947).
⁵ W. M. CONNORS and B. T. SCHÖER, *J. Cell. Comp. Physiol.* 30, 271 (1947).

Living *Arbacia* eggs, both fertilized and unfertilized and with jelly coats removed, were analysed for surface apyrase activity in sea-water at *p*_H 7 and 9. There was no appreciable hydrolysis of ATP after 2 hours at 25°C. Recent results¹ with yeast have shown that this cell has several types of phosphatases at the cell surface including apyrase. These enzymes, however, have an optimal activity at *p*_H 3.5 and almost no activity at *p*_H 7.

Eggs disrupted by grinding with sand, as well as eggs fractionated by chemical means were assayed for apyrase activity with the results (for *Arbacia*) as indicated in Figure 1. It is to be noted that the egg granule fraction gave activity results practically equal to those obtained with unfractionated egg brei. The other various fractions, with the possible exception of the KCl extract of fertilized eggs (dialysed), were practically inactive. In this respect similar results have been obtained for the apyrase activity of granules in the cells of chicken embryos².

Fig. 1

	Living eggs	
	fertilized (1.0)	unfertilized (1.0)
Egg brei	(20.0)	(9.1)
Lyophile & dialyse		
Et ₂ O extract		
Water extract	(5.5)	(5.0)
KCl M extract	(3.5)	(3.0)
Dialyse	(8.0)	(4.1)
Urea 20% extract	(0.0)	(0.0)
Dialyse	(3.2)	(4.0)
Residual granules	(17.0)	(10.6)
Dialyse	(19.8)	(10.6)

Arbacia egg fractionation scheme. Figures in parentheses represent per cent hydrolysis of ATP per hour for 50 mg dry weight of egg material.

Further experiments on another form (*Paracentrotus*) were carried out to test the general validity of the idea that the protoplasmic granules were the site of apyrase activity. These data are included in Table 1. Here the lyophilized but unfractionated eggs showed considerably

Table I

Apyrase activity of fractions of <i>Paracentrotus</i> eggs		
Fraction	Per cent hydrolysis of ATP/hr/50 mg eggs	
	fertilized	unfertilized
Lyophilized, ether extracted and dialysed eggs . . .	5.0	5.1
Lyophilized, ether extracted and dialysed egg granules	25.8	13.7
Lyophilized and dialysed egg granules	18.0	13.8

¹ A. ROTHSTEIN and R. MEIER, *J. Cell. Comp. Physiol.* 32, 77 (1948).
² H. B. STEINBACH and F. MOOG, *J. Cell. Comp. Physiol.* 26, 175 (1945).

less activity than the granules isolated from them. The pretreatment of the lyophilized powder with ether-petroleum ether extraction before it was suspended in water seemed to yield higher activities than when the powder is used untreated. This extraction removed a considerable portion of the egg pigment which is contained almost entirely in some of the granules. Ether extraction is thought to allow better wetting of the granular material and hence a higher apparent apyrase activity.

Discussion. Since apyrase appears, at least to some extent in many different fractions of the egg, one has the impression that present methods of separation are not satisfactory for removing preferentially this enzyme, or else that it is a widely distributed substance adsorbed to many proteins. The fact that in the frog¹ there are 3 protein fractions giving reasonable apyrase activities, and that in other experiments² apyrase activity is not separated into a single fraction are in general accord with the present experiments. In this connection, experiments by RUNNSTRÖM³ indicate that the unfertilized egg has an appreciable amount of ATP normally present. There is no reason to suppose that this substance is not uniformly distributed throughout the egg, hence it is necessary to suppose that such apyrase as is present is in some way "inactive". The experiments of CENNAMO and MONTELLO⁴ show that upon cytolysis sea-urchin eggs give an acid reaction which can quantitatively be equated to ATP breakdown. The question then arises as to whether some of the observed apyrase activity can be ascribed to the "activation" of the enzyme during the chemical treatment of the egg materials. At any rate, since chemical treatments of fertilized and unfertilized eggs were the same the observed differences in apyrase activity can be considered real.

It is difficult to evaluate the possibility of utilization of ATP by the fertilized egg as far too little is known about the chemical processes taking place. Evidence has been presented that in the developing frog egg⁵ ATP is broken down under anaerobic conditions, and is resynthesized under aerobic conditions. Both of these reactions take place while there is considerable apyrase activity in the cell. Since the ATP concentration in the egg after fertilization tends to remain constant, if we grant an increased apyrase activity it must follow that the synthetic activities responsible for the production of ATP are increased proportionally with the increase in apyrase⁶.

I am indebted to Prof. R. DOHRN for the use of the facilities of the Zoological Station, to Dr. A. MONROY for much valuable advice, and to Prof. J. RUNNSTRÖM for reading the manuscript.

LORIN J. MULLINS⁷

Zoological Station, Naples⁸, August, 22 1949.

Zusammenfassung

Sowohl befruchtete als auch nicht befruchtete Seeigel-eier enthalten allem Anschein nach aktive Apyrase. Die Aktivität scheint in der Hauptsache in den körnigen Teilen des Protoplasmas lokalisiert zu sein. Gleich nach der Befruchtung steigt die gesamte Apyraseaktivität der Eier an. Diese gesteigerte Enzymtätigkeit findet sich wiederum hauptsächlich in den Zellkörnchen. Das Verhältnis zwischen Apyraseaktivität und Energiebedarf während der Entwicklung wird untersucht.

¹ L. G. BARTH and L. JAEGER, J. Cell. Comp. Physiol. 30, 111 (1947).
² W. M. CONNORS and B. T. SCHEER, J. Cell. Comp. Physiol. 30, 271 (1947).
³ J. RUNNSTRÖM, Biochem. Z. 258, 257 (1933).
⁴ C. CENNAMO and S. MONTELLO, Exper. 3, 10 (1947).
⁵ L. G. BARTH and L. JAEGER, Physiol. Zool. 20, 133 (1947).
⁶ J. BRACHET, Embryologie chimique p. 148 (Liège 1945).
⁷ Merck Fellow of the National Research Council, Washington.
⁸ Present Address: Department of Biophysics, Johns Hopkins University, Baltimore.

Über die Einwirkung von Ultraschall auf Gelenkflüssigkeit

Die hohe Viskosität der Gelenkflüssigkeit ist hauptsächlich durch ihren Gehalt an Hyaluronsäure, einer hochmolekularen Polysaccharidsäure, bedingt¹. Enzymatische oder rein chemische Vorgänge, die depolymerisierend wirken, vermindern die Viskosität von Hyaluronsäurelösungen². Wir haben den Einfluß von Ultraschall auf die Viskosität von Kniegelenkpunktaten und von Hyaluronsäurelösungen aus Glaskörper untersucht. Die Gelenkflüssigkeiten wurden außerdem im Elektro-phoreseversuch geprüft.

Die Beschallung der Lösungen erfolgte (ohne Aus-schluß von Luft) in gewöhnlichen Reagenzgläsern. Die Gläser tauchten in ein mit Wasser gefülltes und von außen gekühltes Gefäß, das dem Schallkopf aufgesetzt wurde. Die vom Quarz (10 cm²) abgegebene Schall-energie betrug 55 W (gemessen in Wasser), die Fre-quenz 800 kHz. Die Viskositätsmessungen wurden mit einem Viskosimeter nach OSTWALD bei 37° C gemacht. Die (rohen) Hyaluronsäurelösungen wurden aus filtrier-ten Rinderglaskörpern nach Fällung mit Alkohol er-halten.

	Material	Beschal-lungsdauer (Minuten)	Relative Viskosität (37° C)
I	Gelenkflüssigkeit (H., chronische Synovitis) . .	0	12,8
		5	6,6
		10	2,7
		20	2,1
II	Gelenkflüssigkeit (M., Meniskusklaision)	0	4,7
		5	2,0
		10	1,6
III	Gelenkflüssigkeit (Sch., Tibiakopffraktur) . . .	0	2,4
		1	2,2
		10	1,6
IV	Hyaluronsäure (Glaskörper) .	0	10,5
		10	5,1
		20	5,0
V	Hyaluronsäure (Glaskörper) .	0	6,8
		20	4,0

Die Einwirkung von Ultraschall führt zu einer be-trächtlichen Abnahme der Viskosität der Gelenk-flüssigkeit. In der Tabelle sind die Ergebnisse von Ver-suchen mit drei Gelenkpunktaten verschieden hoher Viskosität aufgeführt. Nach einer Beschallungsdauer von zehn Minuten ist die Viskosität in Versuch I auf 21 %, in Versuch II auf 43 % und in Versuch III (in dem etwas dickere Reagenzgläser verwendet wurden) auf 67 % der Viskosität der unbeschallten Probe gesunken. Die aus Glaskörper gewonnenen Hyaluronsäurelösungen, die nur sehr geringe Proteinmengen enthalten, zeigen nach der Beschallung ebenfalls eine bedeutende Viskosi-tätsabnahme.

Während der Beschallung steigt die Temperatur der Versuchslösung auf maximal 43° C. Fünfzehn Minuten langes Erwärmen von Gelenkflüssigkeit bei 44–46° C bewirkt jedoch keine Erniedrigung (sondern sogar eine Erhöhung) der Viskosität.

¹ Vgl. K. MEYER, Physiol. Rev. 27, 335 (1947). – CH. RAGAN und K. MEYER, J. Clin. Invest. 28, 56 (1949).
² Literatur siehe: L. HAHN, Fermentforschung 17, 417 (1944).

Hyaluronsäure läßt sich in der Gelenkflüssigkeit elektrophoretisch nachweisen^{1,2}. Die in den Elektrophoresediagrammen von Gelenkpunktaten auftretende «Hyaluronsäurezacke» (vgl. Abb. 1) ist in den mit beschallten Proben erhaltenen Diagrammen deutlich reduziert, ebenso die nahe der Albumingrenzschicht wandernde Komponente (Abb. 2). Ein ähnliches Diagramm liefert die Gelenkflüssigkeit nach Einwirkung von Hodenextrakt³ (Hyaluronidase). Die bisherigen Elektro-

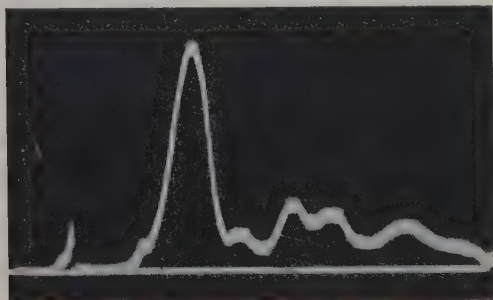


Abb. 1. Kniepunktat M, nicht beschallt.

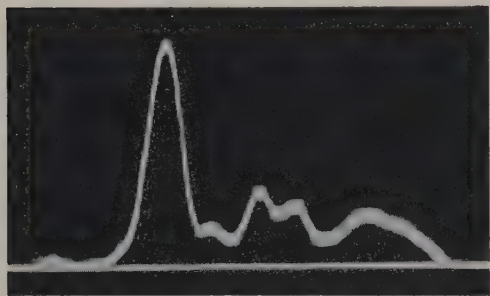


Abb. 2. Kniepunktat M, 10 Minuten lang beschallt.

Elektrophoresediagramme (absteigende Grenzschichten) von Kniepunktaten in Oxalat-Veronal-Acetatpuffer (p_H 8,6, T 0,1).

phoreseversuche lassen noch keine mit Sicherheit auf die Ultraschalleinwirkung zu beziehende Veränderung der Proteine der Gelenkflüssigkeit erkennen. In einigen Proben ist nach der Beschallung eine geringe Zahl von Eiweißflockchen zu beobachten.

Hyaluronsäure wird durch Ultraschall offenbar depolymerisiert³. Über den Mechanismus dieses Vorganges und die dabei aus Hyaluronsäure entstehenden Produkte soll nach weiteren Untersuchungen berichtet werden.

W. HUNZINGER, H. SÜLLMANN und G. VIOLIER

Eiweißlaboratorium der Medizinischen Klinik, Chirurgische Klinik und Institut für physikalische Therapie der Universität Basel, den 30. August 1949.

Summary

The viscosity of synovial fluids and hyaluronic acid solutions, obtained from vitreous humour, are lowered by ultrasonic vibrations. Electrophoretic analysis reveals that the content of hyaluronic acid in these ultrasonically treated solutions is diminished.

¹ G. BLIX, Acta physiol. Scand. 1, 29 (1940). – L. HESSELVIK, Acta med. Scand. 105, 153 (1940).

² O. SCHÜRCH, G. VIOLIER und H. SÜLLMANN, Helv. physiol. acta 7, C 23 (1948).

³ Über die Depolymerisation von anderen hochmolekularen Stoffen vgl. A. SZALAY, Z. physik. Ch. (A) 164, 234 (1933). – E. THIEME, Physik. Z. 39, 384 (1938). – G. SCHMID und O. ROMMEL, Z. physik. Ch. (A) 185, 97 (1939); Physik. Z. 41, 326 (1940). – H. GOHR und Th. WEDEKIND, Klin. Wschr. 19, 25 (1940).

Der Einfluß von Jodcaseinpräparaten auf den Sauerstoffverbrauch der Larven von *Xenopus laevis* DAUDIN¹

Es ist schon seit langem bekannt, daß Schilddrüsenpulver, Thyroxin und auch thyroxinhaltige Substanzen, wie Jodcaseinpräparate, die Metamorphoseprozesse in Amphibienlarven beeinflussen. Auf diese Erscheinungen haben DEANESLY und PARKES² ihren «Vorderbeindurchbruchtest», zur Bestimmung des Thyroxingehalts verschiedener Substanzen gegründet.

Diese Methode beruht also auf den von dem Thyroxin bewirkten äußeren morphologischen Änderungen.

Es ergab sich aus einer Arbeit von TUCHMANN-DUPLESSIS³, daß eine Eichungsmethode, beruhend auf histologischen Veränderungen in den Schilddrüsen der behandelten Versuchstiere, nicht brauchbar war.

Wir hofften nun, mittels eines dritten Kriteriums, nämlich der Änderungen im Metabolismus, gemessen am Sauerstoffverbrauch der Larven eine empfindliche quantitative Eichungsmethode ausarbeiten zu können.

Selbstverständlich sind die genaueren Beziehungen zwischen der induzierten Metamorphose und den Änderungen im Metabolismus der Larven hier von großer Bedeutung.

Trotz der vielen Untersuchungen herrscht auf diesem Gebiet keine Einigkeit unter den verschiedenen Autoren. UHLENHUTH⁴ z.B. betrachtet die Metamorphose nach Thyreoidbehandlung als Folge eines gesteigerten Metabolismus. ETKIN⁵ andererseits zeigte, daß der von früheren Autoren vielfach herbeigeführte Gewichtsverlust nicht als Beweis für Stoffwechseländerungen gelten darf, sondern nur auf Wasserverlust und Leerung des Darms beruht.

Was die Änderungen im Metabolismus von mit Schilddrüsen behandelten Amphibienlarven anbelangt, werden zur Hauptsache die folgenden zwei Ansichten vertreten.

GROEBBELS⁶, ABELIN und SCHEINFINKEL⁷ und HELFF⁸ fanden einen gesteigerten Sauerstoffverbrauch.

ETKIN konnte keine Änderungen im Sauerstoffverbrauch der behandelten Larven feststellen.

In unseren eigenen Experimenten haben wir darum immer mit jungen noch weit von der Metamorphose entfernten Larven gearbeitet, so daß Abweichungen im normalen Metabolismus, die die Metamorphose zweifellos hervorruft, nicht störend einwirken konnten.

Methoden

Die *Xenopuseier* wurden in der gewöhnlichen Weise nach Einspritzung von gonadotropem Ciba-Hormon gewonnen. Den Larven wurde Brennesselpulver verfüttert (GASCHE⁹). Nach 20 Tagen sind die Larven geeignet für die Sauerstoffbestimmungen.

Während der Vorbehandlung von 3 Tagen befinden sich die Larven zu je fünf in Bechergläsern mit 200 cm³ Jodcaseinsuspension

¹ 27. Mitteilung der «Forschungsabteilung für Endokrinologische Untersuchungen» der Niederländischen Organisation für angewandte landwirtschaftliche Untersuchungen.

² R. DEANESLY und A. S. PARKES, J. Endocrinol. 4, 324 (1945).

³ H. TUCHMANN-DUPLESSIS, Bull. d'Hist. appl. et de Techn. microsc. 25, 123 (1948).

⁴ ED. UHLENHUTH, Amer. Natur. 55, 193 (1921).

⁵ W. ETKIN, Physiol. Zool. 7, 129 (1934).

⁶ F. GROEBBELS, Z. Biol. 75, 155 (1922).

⁷ I. ABELIN und N. SCHEINFINKEL, Pflügers Arch. 198, 151 (1923).

⁸ O. M. HELFF, J. Exp. Zool. 45, 69 (1926).

⁹ P. GASCHE, Rev. suisse Zool. 50, 202 (1943).

Sauerstoffverbrauch von je 10 Kontrolllarven und von je 10 mit verschiedenen Konzentrationen Jodcasein behandelten Larven von *Xenopus laevis*, berechnet auf cm³ O₂ pro g Lebendgewicht. T. 24° C.

O ₂ -Verbrauch, Kontrollen	Jodcasein- konzentration	O ₂ -Verbrauch, Jodcaseinlarven	Differenz D	Mittlerer Fehler der Differenz m	Differenz in % der Kontrollen
0,128 ± 0,0091	1,303 · 10 ⁻⁶	0,148 ± 0,0083	0,020	0,0124	15,6*
0,174 ± 0,0017	2,078 · 10 ⁻⁶	0,209 ± 0,0082	0,035	0,0084	20,8
0,144 ± 0,0153	3,312 · 10 ⁻⁶	0,197 ± 0,0148	0,053	0,0221	36,8
0,141 ± 0,0125	5,280 · 10 ⁻⁶	0,194 ± 0,0037	0,053	0,0130	37,6
0,176 ± 0,0087	8,410 · 10 ⁻⁶	0,206 ± 0,0155	0,030	0,0177	17,0*
0,101 ± 0,0069	1,347 · 10 ⁻⁵	0,145 ± 0,0082	0,044	0,0107	43,7

von bestimmter Konzentration. Die Larven wurden während dieser Zeit nicht gefüttert. Die Bechergläser sind »zufallsmäßig in einem Aquariumthermostat verteilt.

Für unsere Experimente gebrauchten wir immer ein Jodcaseinpräparat, das eine chemisch bestimmte Menge von 0,41% Thyroxin enthielt. Durch längeres Zerreiben mit Wasser, abgewechselt mit Zentrifugieren, gelang es, die harten Jodcaseinpräparate gleichmäßig zu suspendieren. Während der Versuche befanden sich 10 Larven in mit O₂-gesättigtem Wasser gefüllten Flaschen, die ohne Zusatz von Luft verschlossen werden konnten. Alle Versuche wurden bei einer Temperatur von 23–24° C ausgeführt. Die Wasserproben für die Sauerstoffbestimmungen wurden mit der von VAN DAM¹ beschriebenen, aufschraubbaren Mikropipette entnommen und danach in kleinen Kölbchen mittels einer REHBERGSchen² Mikrobürette mit Na₂S₂O₃ (0,3 N) titriert. Der Nitritgehalt des Utrechter Leitungswassers ist 0. Also wurde bei den Sauerstoffbestimmungen des Ausgangswassers kein Nitritfehler verursacht (ALLEE und OESTING³).

Das Lebendgewicht der Larven wurde mittels einer Torsionswaage bestimmt.

Resultate

Es zeigte sich, daß sich der Sauerstoffverbrauch von einer bestimmten Anzahl Larven zur Dauer ihres Aufenthaltes in den Versuchsflaschen proportional verhielt, so daß alle Beobachtungen auf eine Versuchszeit von 60 Minuten umgerechnet werden konnten. Auch konnten wir feststellen, daß der Sauerstoffverbrauch von 5 unbehandelten Larven zu verschiedenen Zeitpunkten am selben Tag konstant ist, so daß wir unsere Beobachtungen, die sich immer über einen ganzen Tag ausdehnten, ohne weiteres miteinander vergleichen konnten.

In der Tabelle sind die Ergebnisse vergleichend dargestellt. Für jede Konzentration wurden 5 Bestimmungen mit je 10 Larven gemacht, am selben Tag wurden ebensoviele Kontrollversuche mit unbehandelten Larven gemacht. Wie gesagt, die erhaltenen Werte sind auf eine Versuchsdauer von 60 Minuten umgerechnet. Man sieht, daß mit zunehmender Konzentration eine Erhöhung im Sauerstoffverbrauch einhergeht. Die mit * bezeichneten Werte für die Konzentrationen 1,303·10⁻⁶ und 8,410·10⁻⁶ geben keinen statistisch gesicherten Unterschied gegenüber den Kontrollversuchen (D/m < 2).

Aus unseren Experimenten können wir also schließen:

1. das zugegebene Thyroxin enthaltende jodierte Eiweiß verursacht in den meisten Fällen eine statistisch gesicherte Steigerung des Sauerstoffverbrauches. Diese Befunde zeigen also gute Übereinstimmung mit den Resultaten von GROEBBELS und späteren Untersuchern und widersprechen ETKINS Ansichten.

2. Eine sehr niedrige Jodcaseinkonzentration von 2,078·10⁻⁶ verursacht nach einer Einwirkungsdauer von 3 Tagen schon eine Erhöhung im Sauerstoffkonsum von 20,8%. Dasselbe Jodcaseinpräparat bewirkt aber bei gleicher Einwirkungsdauer erst dann einen Vorderbeindurchbruch, wenn die Konzentration oberhalb 6,0·10⁻⁶ liegt. Thyroxin löst also schon bei einer viel niedrigeren Konzentration als derjenigen, welche für Metamorphoseinduktion notwendig ist, einen gesteigerten Sauerstoffverbrauch aus.

Diese Befunde könnten darauf hinweisen, daß bei mit Thyroxin behandelten Amphibienlarven der gesteigerte Stoffwechsel und die induzierte Metamorphose zwei nicht notwendig gekoppelte Prozesse sind. Auch HELFF und ETKIN haben diese Ansicht vertreten, im Gegensatz zu UHLENHUTH und GROEBBELS.

3. Bei einer relativ sehr hohen Jodcaseinkonzentration von 1,347·10⁻⁵ wird der Sauerstoffverbrauch im Vergleich mit den unbehandelten Larven nur um 43,7% gesteigert. Auch das könnte man als Hinweis auf die Unabhängigkeit von Stoffwechselerhöhung und Induktion der Metamorphose deuten.

4. Obschon der Sauerstoffverbrauch empfindlich auf jodcaseinhaltige Präparate reagiert, ist er wegen der zu großen Schwankungen als Maß für die Wirksamkeit der Präparate nicht verwendbar.

Die vorstehenden Untersuchungen wurden im Namen der Organisation TNO. ausgeführt; Herrn Dr. J. J. DUYVENÉ DE WIT möchte ich an dieser Stelle danken für finanzielle Unterstützung und das der Arbeit entgegengebrachte Interesse. Dank schulde ich ferner Herrn Dr. H. J. VONK für zahlreiche praktische Ratschläge. Herrn Prof. Dr. G. J. VAN OORDT, Herrn Dr. H. GLOOR und Herrn J. LEVER bin ich für Hilfe und Kritik bei der Zusammenstellung des Manuskriptes sehr verpflichtet.

F. H. SOBELS¹

Zoologisches Laboratorium, Abt. für Endokrinologie und Laboratorium für vergleichende Physiologie, Utrecht, den 15. September 1949.

Summary

(1) By using a microtitration method, the oxygen consumption of *Xenopus* larvæ, which were treated with different concentrations of iodinated casein preparations, was measured. (2) Treatment with low concentrations, inducing no front-leg eruption, i.e. metamorphosis, nevertheless led to a significant increase of oxygen consumption. (3) Thus we concluded that in Amphibian larvæ induced metamorphosis and raise in metabolism after treatment with thyroxin are not necessarily linked. (4) It appeared not to be possible to use the increased oxygen consumption for estimating quantitatively thyroxin concentration in iodinated caseins.

¹ L. VAN DAM, J. Exp. Biol. 12, 80 (1935).

² P. B. REHBERG, Biochem. J. 19, 270 (1925).

³ W. C. ALLEE und R. OESTING, Phys. Zool. 7, 509 (1934).

¹ Zur Zeit Zoologisch-vergleichendes anatomisches Institut der Universität Zürich.

The Immediate Response of Thyroidectomized Rats to Small Doses of Thyroxine

According to the generally accepted view, thyroxine increases O_2 -consumption in the intact animal only with considerable delay. Usually no rise in the rate of metabolism is observed before 24 hours have elapsed. Sporadic observations¹ recording earlier effects are either inconsistent and conflicting, or were obtained under highly unphysiological conditions, and were achieved in common with most investigations, only through employment of very large doses. The immediate action of thyroxine injected into the lateral ventricle of the brain was shown to be due to the solvent and to be abolished by curarization². Sós³ found that thyroxine is followed in rabbits by immediate central excitation, yet a rise of basal metabolism could be observed only after 24 hours. This delayed action of thyroxine was not easy to understand, for on the O_2 -consumption of isolated tissue very high dilutions of thyroxine (10^{-12} to 10^{-16}) have an immediate effect⁴. An explanation of the delayed effect of thyroxine in the intact animal was furnished by MANSFELD⁵, whose experiments suggested that thyroxine was taken up by the central nervous system and conducted through the nerves to the periphery⁶.

In an earlier communication⁷ it could be demonstrated that thyroidectomized animals are much more sensitive to thyroxine, and especially to single doses of thyroxine, than normal rats. A single dose of 2 micrograms was followed within 24 hours by a rise of O_2 -consumption of approximately 20 per cent. The fact that a fraction of the doses hitherto employed was effective within 24 hours in the thyroidectomized animal served as stimulus to investigate more closely the response to such small and even smaller doses of thyroxine.

Methods. Adult male rats, well accustomed to estimation of O_2 -consumption in a somewhat modified Belák-Illényi apparatus⁸, and deprived of food for 12 hours were used, thyroidectomy having been performed at least one week, and in some cases as long as a few months, earlier. O_2 -consumption was determined at least in two, in many cases in four or more 20-min. periods prior to the administration of thyroxine and was followed up several hours afterwards, usually two 20-min. estimations being performed per hour. In a number of cases O_2 -consumption was observed in a similar manner the day before and the day after the thyroxine experiment, the period of food deprivation being necessarily reduced in these tests. Activity of the

animals was closely observed, and estimations in the course of which the animals were restless were discarded. The observations were made between the middle of September and the end of April. The curves represent the deviations from the normal rate of metabolism, i.e. 800 calories per square meter body surface, which was assumed to be $10 \cdot kg^{\frac{2}{3}}$.

Results and discussion. Figures 1 and 2 serve as typical examples for a fair number of observations. It can be seen, that as little as 0.1 microgram of thyroxine is

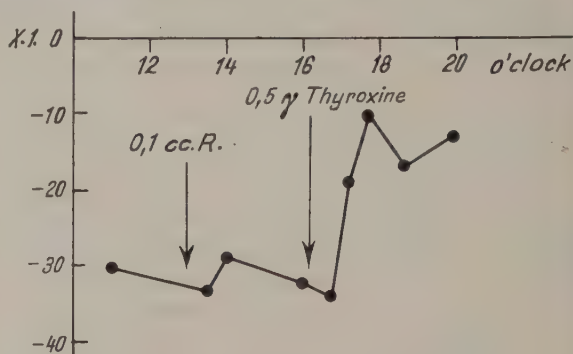


Fig. 1. – 1st Oct., 1948. At 13:00 0.1 cc. Ringers solution, at 16:10 0.5 γ thyroxine. Rat No. 1. 260 g.

followed by a marked rise of O_2 -consumption. The doses employed ranged from 0.1 to 10 micrograms and were in most cases between 0.1 and 1.0 microgram. One of the factors determining the immediate response to thyroxine seems to be the initial rate of metabolism. Out of 18 experiments with a basal rate below -20% only one failed to respond with a rise of O_2 -consumption,

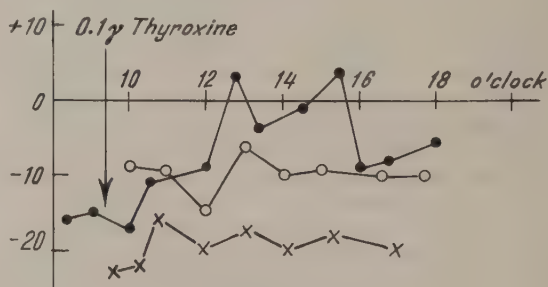


Fig. 2.

○—○ 17th Jan., 1949, receives no thyroxine.
●—● 18th Jan., 1949, 0.1 gamma of thyroxine.
x—x 19th Jan., 1949, receives no thyroxine. Rat No. XI. 200 g.

¹ G. ROESLER, Arch. exp. Pathol. und Pharmacol. 155, 114 (1930). – B. ISSEKUTZ and B. ISSEKUTZ, Jr., Arch. exp. Pathol. und Pharmacol. 177, 442 (1933); Klin. Wschr. 13, 1060 (1934). – D. RAPORT and A. CANZANELLI, Amer. J. Physiol. 97, 553 (1931). – C. A. KASSIL, E. BERKOWITCH, and T. PLOTITSYNA, Bull. Biol. Méd. expér. U.S.S.R. 9, 263 (1940).

² E. MÉSZÁROS, Ung. physiol. Ges.; Berichte ges. Physiol. 131, 228 (1943).

³ J. SÓS, Arch. exp. Pathol. u. Pharmacol. 192, 78 (1939).

⁴ G. AHLGREN, Klin. Wschr. 3, 667 (1924). – U. S. EULER, Klin. Wschr. 12, 671 (1933). – G. MANSFELD, Klin. Wschr. 14, 884 (1935). – T. VEREBÉLY, Klin. Wschr. 11, 1705 (1932).

⁵ G. MANSFELD and G. HORVÁTH, Pflügers Arch. 235, 520 (1935). – G. MANSFELD, Arch. exp. Pathol. u. Pharmacol. 193, 241 (1939).

⁶ In the meanwhile MANSFELD reported, that 0.5 mg thyroxine increases O_2 -consumption of anæmic normal and anæmic thyroidectomized rats within 2 hours (Kísérletes Orvostud. 1, 39 [1949]).

⁷ I. ANDIK, L. BALOCH, Sz. DONHOFFER, and Gy. MESTYÁN, Exper. 5, 211 (1949).

⁸ S. BELÁK and A. ILLÉNYI, Biochem. Z. 281, 27 (1935).

out of 9 experiments with an initial rate between -10 to -20% a response was missed also only in one instance, the dose being 0.1 microgram in both cases, while on the other hand out of 7 observations with an initial rate of metabolism higher than -10% no response was obtained in 4 (0.1 to 5.0 micrograms). It seems therefore that the initial rate of metabolism may be one of the factors playing a role in the determination of the immediate response to thyroxine.

The absence of delay in the response of the rate of metabolism of the intact animal following the administration of thyroxine is contrary to the present conception of the action of thyroxine and therefore great care has to be taken in its interpretation, the more so as Sós (l.c.) has shown that the usual large doses of thyroxine (1–2 mg) increase the muscular activity of rabbits for the first five hours following its administration, while

no rise in the rate of metabolism could be found before 24 hours elapsed. The apparatus used by us for estimation of O_2 -consumption permits observation of the animal, but does not exclude restricted movements. As restlessness could serve as a simple explanation for increased O_2 -consumption, the animals were observed carefully. In many cases they slept curled up during the whole 20-minutes period during which O_2 -consumption was measured. Increased muscular activity as a possible cause of the observed rise of O_2 -consumption may therefore be excluded.

Another possibility which had to be considered was that the observed rise in the rate of metabolism was founded on an indirect effect exerted by thyroxine on the pituitary in accordance with experiments which led MANSFELD¹ to the postulation of a hypophyseal "heating hormone".

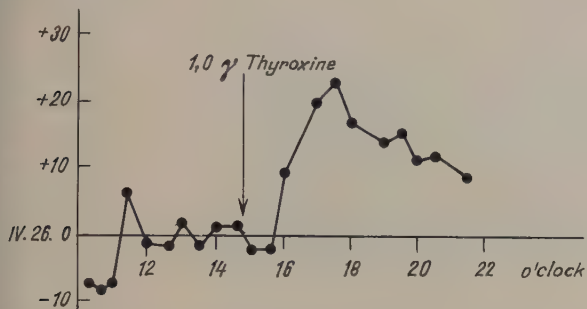


Fig. 3. – Hypophysectomized rat No. 6. 200 g. 1.0 γ of thyroxine at 14.15.

Fig. 3 shows that this is not the case. The same small doses of thyroxine which have been shown to be effective in the thyroidectomized rat are followed by a similar response in the hypophysectomized animal. The complete removal of the pituitary was verified by autopsy. It may be therefore concluded that in the reported experiments the immediate response to thyroxine is not based on a mechanism similar to the one demonstrated by MANSFELD. Immediate response to similar doses of thyroxine were obtained also in normal rats, yet these are less regular and uniform and show seasonal changes, and will therefore have to be dealt with in a separate communication.

The significance of responses obtained by such small doses of thyroxine is evident, for these are well within the range of those stored by the normal thyroid, which therefore may be assumed to pour out thyroxine in the same order of magnitude upon various stimuli without delay.

A detailed account will be published elsewhere.

SZ. DONHOFFER, L. BALOGH, and GY. MESTYÁN

Institute of Pathophysiology, University of Pécs, Hungary, May 30, 1949.

Zusammenfassung

In Versuchen, die Mitte September bis Ende April ausgeführt wurden, konnte nachgewiesen werden, daß kleinste Thyroxingaben (0,1–1,0 γ) an der schilddrüsenlosen Ratte mit niedrigem Stoffwechsel binnen zweier Stunden eine oft mehrere Stunden anhaltende Steigerung des O_2 -Verbrauchs um 20% verursachen. Dieser Befund steht im Gegensatz zu der üblichen Auffassung, daß

Thyroxin am intakten Tiere nur nach einer Latenz von etwa 24 Stunden wirke. Erhöhte Aktivität der Tiere kann zur Deutung ausgeschlossen werden. 1,0 γ Thyroxin bewirkt an der hypophysektomierten Ratte eine ähnliche Stoffwechselsteigerung wie an schilddrüsenlosen Tieren. Hieraus muß gefolgert werden, daß die beobachtete rasche Wirkung des Thyroxins nicht auf einem hypophysären Heizhormon (nach MANSFELD) beruht. Die Bedeutung der Versuche liegt darin, daß die angewandten Thyroxindosen den von der normalen Schilddrüse gespeicherten Wirkstoffmengen entsprechen. Es darf daher angenommen werden, daß Thyroxin in gleichen Quantitäten auch von der normalen Drüse auf verschiedene Reize ohne Verzögerung ausgeschüttet werden kann.

Atmungshemmung durch niedrigen Blutdruck

Im Jahre 1945/46 hat BUCHER¹ gezeigt, daß die Tätigkeit des Atmungszentrums deutlich gehemmt ist, wenn der arterielle Druck im Zentralnervensystem (ZNS) nur noch etwa 35 mm Hg beträgt, und daß bei einem Druck von nur etwa 10 mm Hg das Atmungszentrum überhaupt keine inspiratorischen Impulse mehr ausgibt. Daß der daraus resultierende Atmungsstillstand tatsächlich «druckbedingt» ist, und nicht etwa nur Folge der begleitenden Hypoxämie des Zentrums ist, konnte dabei weitgehend gesichert werden.

Wir haben uns die Aufgabe gestellt, zu prüfen, ob eventuell das beschriebene Phänomen unter bestimmten Umständen auch schon in wesentlich höheren Druckbereichen auftreten könnte und demzufolge gegebenenfalls praktisch-klinisch berücksichtigt werden müßte. Dazu haben wir an Kaninchen untersucht, bei welchem arteriellen Druck die spontane Atmungstätigkeit aufhört, wenn a) das Atmungszentrum unter der Einwirkung eines an sich schon depressiv wirkenden Pharmakons, wie beispielsweise des Morphins, steht, und b) umgekehrt das Atmungszentrum unter der Einwirkung eines zentral atmungsanregenden Pharmakons, wie beispielsweise des Coramins, steht.

Methode. Die Kaninchen werden in Urethannarkose präpariert wie in Lit. 1 beschrieben, d. h. – kurz zusammengefaßt – nachdem die beiden Aa. vertebrales okkludiert worden sind, wird der ganze Hals etwa in der Mitte vollkommen fest umschnürt mit Ausnahme der vorher frei präparierten linken A. carotis, der beiden Vv. jugulares, der beiden Vagi und der Trachea. Damit ist das ZNS nur noch durch die linke Carotis mit Blut versorgt, was indes zu einer anscheinend normalen Atmungstätigkeit genügt. Die Atmung wird als Pneumogramm, der Druck im ZNS mittels einer in den kopfwärts gelegenen Stumpf der rechten Carotis eingebundenen endständigen Kanüle registriert. Infolge der zwischen der rechten und linken Carotis bestehenden interarteriellen Verbindungen ist dadurch eine zumindest relative Aussage über das Verhalten des Druckes im ZNS möglich.

Der eigentliche Versuchsgang gestaltet sich folgendermaßen: Die linke Carotis wird abgeklemmt (0 in Tabelle). Dadurch sinkt der Druck im ZNS stark ab und von einer gewissen Druckhöhe an steht auch die Atmung still. Nach ca. 20 Sekunden wird durch Entfernen der Klemme das ZNS wieder an den allgemeinen Kreislauf angeschaltet. Um möglichst genaue Werte ermitteln zu können, wird der Versuch in der Regel in je 2–3minütigen Intervallen 2–3mal wiederholt. Anschließend wird entweder 3 mg/kg Morphin oder 60 mg/kg Coramin i. v. injiziert und 5 Minuten später wieder verfahren wie oben beschrieben.

Die Resultate sind in der beigegebenen Tabelle zusammengestellt. Das praktisch wohl wichtigste Ergebnis

¹ G. MANSFELD, *Die Hormone der Schilddrüse und ihre Wirkungen*, p. 151 (Benno Schwabe, Basel 1943).

¹ K. BUCHER, *Helv. physiol. et pharmacol. acta* 3, 469 (1945); 4, 77 (1946).

Bei 0 erfolgt Abklemmen der linken Karotis; nach 20 Sekunden wird die Klemme wieder entfernt

Anzahl Tiere					Atmungsstillstand		Wiedereinsetzen der Atmung
9	normal (Atmungsfrequenz: 57/min)	arterieller Druck im ZNS Zeit	39 mm Hg	0	9 mm Hg 10,4 Sek.	20''	17 mm Hg 22,5 Sek.
	5 Min. nach 3 mg/kg Mor- phin i. v. (Atmungsfrequenz: 36/min)	arterieller Druck im ZNS Zeit	43 mm Hg	0	11 mm Hg 8,2 Sek.	20''	25 mm Hg 26,4 Sek.
8	normal (Atmungsfrequenz: 55/min)	arterieller Druck im ZNS Zeit	29 mm Hg	0	8 mm Hg 12,5 Sek.	20''	17 mm Hg 22,6 Sek.
	5 Min. nach 60 mg/kg Co- ramin i. v. (Atmungsfrequenz: 86/min)	arterieller Druck im ZNS Zeit	38 mm Hg	0	8 mm Hg 14,1 Sek.	20''	14 mm Hg 21,6 Sek.

besteht darin, daß durch Morphin auch in Dosen, die bereits deutliche (vgl. Atmungsfrequenz) zentrale *Atmungshemmung* machen, der blutdruckbedingte Atmungsstillstand nicht beeinflußt wird (die entsprechenden Werte von 9 bzw. 11 mm Hg sind statistisch voneinander nicht verschieden!), d.h. er tritt deswegen nicht etwa schon bei höheren Drucken auf. Die Versuche mit dem zentral atmungserregenden Pharmakon sind entsprechend ähnlich ausgefallen, d. h. Coramin hat das Auftreten des blutdruckbedingten Atmungsstillstandes nicht hintanhaltend können, etwa in dem Sinne, daß dieser jetzt erst bei niedrigeren Drucken aufgetreten wäre.

Die in der Tabelle (Kolonne «Wiedereinsetzen der Atmung») angegebenen Werte sollen in erster Linie illustrieren, daß der beurteilte Atmungsstillstand auch wirklich blutdruckbedingt war. Wäre er nämlich durch die infolge der Abklemmung der linken Karotis ebenfalls auftretende Hypoxie des Zentrums bedingt gewesen, so hätte die Atmung trotz des Öffnens der Carotis nicht wieder eingesetzt, denn das in diesem Moment dem Zentrum wieder zugeführte Blut war ja in etwa gleichem Maße hypoxämisch. Wenn man die Druckwerte bei Aufhören und bei Wiedereinsetzen der Atmungstätigkeit miteinander vergleicht – einesteils vor und andernteils nach der Morphininjektion –, so stellt man fest, daß das morphinisierte Atmungszentrum durch die obenerwähnte Hypoxie offenbar etwas mehr Schaden genommen hat als das normale.

In theoretischer Hinsicht eröffnen die Ergebnisse gewisse interessante Ausblicke. Die Tatsache, daß weder atmungshemmende noch atmungserregende Stoffe den Moment des Eintretens des blutdruckbedingten Atmungsstillstandes modifizieren konnten, ist ein weiterer Beleg für die in Lit. 1 und 2 vertretene Auffassung, daß ein gewisser Mindestblutdruck für die rhythmische Atmungstätigkeit von elementarer Bedeutung ist, welche Folgerung dann ihrerseits erklärlich macht, weshalb beim Sterben die normale Kreislauffähigkeit nie vor der normalen Atmungstätigkeit sistiert.

J. FISCHLEWITZ

Pharmakologische Anstalt der Universität Basel, den 5. September 1949.

Summary

In rabbits it has been confirmed, that, if the blood pressure falls rapidly, a lower limit will be attained below which a normal respiration will no longer exist. This minimal arterial tension seems to be an absolutely fixed one, since it was found to be the same, whether the respiratory center was normal or under the influence of either a depressing or a stimulating drug.

Zur Wirkung des Veratrins auf die vagale Atemsteuerung des Kaninchens

Wird Veratrin einem Kaninchen intravenös injiziert, so wird der Blutdruck gesenkt, die Pulszahl verlangsamt und die Atemfrequenz erniedrigt, wobei ein primär peripherer vagaler Angriffspunkt auf Grund zahlreicher Arbeiten angenommen werden darf (Literatur bei DAWES¹ und KRAYE und ACHESON²).

Zur Abklärung der Atmungsänderung untersuchten wir beim spontan atmenden oder künstlich beatmeten tracheotomierten Kaninchen in Urethannarkose (Urethan 1,4 g/kg s.c.) die elektrische Aktivität von einzelnen Fasern des afferenten Lungenvagus mit Hilfe von Kathodenstrahloszillographen.

Die untersuchten Nervenfasern entsprachen den von ADRIAN³ ausführlich beschriebenen, inspiratorisch aktiven Lungenvolumenfasern, deren Aktivität durch eine Erregung der Dehnungsrezeptoren der Lunge während der Inspiration bedingt ist.

Nach intravenöser Injektion von 50–100 γ /kg Veratrin (Veratrin Siegfried) in eine Vena jugularis, nimmt die Entladungsfrequenz einer einzelnen, während der Inspiration aktiven Lungenvolumenfaser zu (Abb. 1), wo-

¹ G. S. DAWES, J. Pharmacol. 39, 325 (1947).

² O. KRAYE und G. H. ACHESON, Physiol. Rev. 26, 383 (1946).

³ E. D. ADRIAN, J. Physiol. 79, 332 (1933).

bei auch am gleichen Tier die Empfindlichkeit verschiedener Einzelfasern für eine gleiche Veratrindosis unterschiedlich gefunden wird (Abb. 2). Auch während der expiratorischen Pause können kontinuierliche Impulse, abhängig von der Empfindlichkeit der einzelnen untersuchten Fasern und der Veratrindosierung erfolgen. Die während der Inspiration normalerweise übliche starke Steigerung der Impulsfrequenz wird dann, wenn die Grundfrequenz auch während der expiratorischen Pause erhöht ist, nicht mehr im gleichen Ausmaß beobachtet. Verändert wird durch Veratrin auch die Adaptationsgeschwindigkeit der Dehnungsrezeptoren. Die Rezeptoren, die sich normalerweise bei konstantem Reiz nur wenig adaptieren, können sich unter der Veratrin-

rezeptoren, Verkürzung des einzelnen Atemzuges und Verlangsamung der Atmung unbeeinflusst bleiben.

Da Lokalanästhetika bei Spray (GERNANDT und ZOTTERMANN¹) oder bei intravenöser Applikation (BUCHER² und eigene Beobachtungen) die Erregbarkeit der Dehnungsrezeptoren der Lunge herabsetzen und auch den Blutdrucksturz und die Bradykardie nach Veratrin hemmen (EICHHOLTZ, FLECKENSTEIN und MUSCHAWECK³), wurde ferner die Wirkung verschiedener lokalanästhetisch wirksamer Körper von verschiedener chemischer Struktur und pharmakologischer Wirkungsrichtung auf die durch Veratrin hervorgerufene gesteigerte Aktivität von Vaguseinzelfasern untersucht. Es ergab sich, daß z. B. Nupercain, Novocain, Tra-

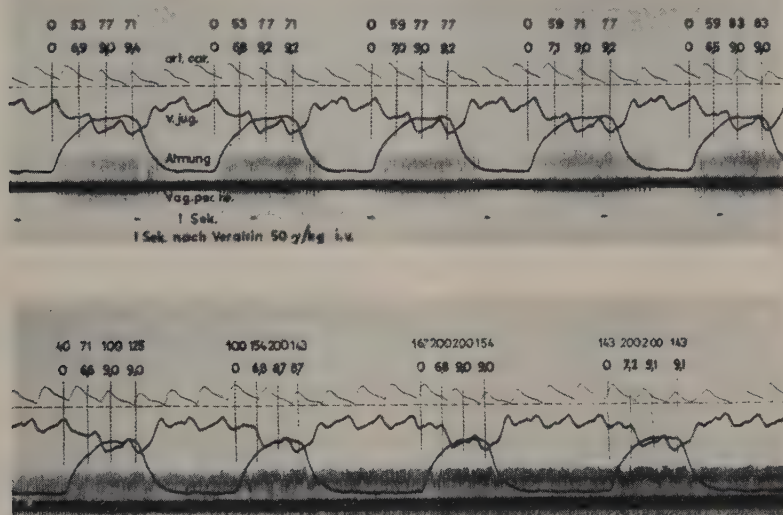


Abb. 1. Wirkung von intravenös injiziertem Veratrin (50 γ /kg) beim spontan atmenden, tracheotomierten Kaninchen. Von oben nach unten: arterieller Druck (A. carotis); venöser Druck (V. jugularis); Atmung; Kathodenstrahloszillogramm einer inspiratorisch aktiven afferenten Vagusfaser. Zeitmarkierung 1 Sekunde. Obere Zahlenreihe: Impulsfrequenz/sec. des Lungendehnungsrezeptors. Untere Zahlenreihe: Atemzugvolumen.

wirkung schnell adaptieren und somit ein ähnliches Verhalten zeigen wie Muskeldehnungsrezeptoren unter Veratrineinwirkung (JARISCH und ZOTTERMANN¹).

Gleichzeitig mit der zu beobachtenden Aktivitätssteigerung der inspiratorisch lungenvolumenabhängigen Fasern wird in der Regel beim spontan atmenden Kaninchen die Atemfrequenz durch Verlängerung der expiratorischen Pause herabgesetzt und die Dauer des einzelnen Atemzuges durch Verkürzung der inspiratorischen Phase verkürzt. Diese Atemänderung auf relativ kleine Dosen Veratrin wird durch Ausschalten des Vagus, z. B. durch Kühlen des Vagus auf 1–2° C, aufgehoben und kann somit als peripher gedeutet werden.

Der arterielle Druck, der venöse Druck und die Pulszahl können trotz Erregung der Lungendehnungs-

sentin-6H, Pyribenzamin und Antistin in Dosen von 0,3–0,5 mg/kg bzw. 5–10 mg/kg i. v. die gesteigerte Aktivität des Lungenvagus und die Atemverlangsamung hemmen. Die Dehnungsrezeptoren scheinen unter dem Einfluß des Veratrins für die verschiedenen untersuchten lokalanästhetisch wirkenden Substanzen empfindlicher zu sein als beim Normaltier, da ihre Aktivität beim veratrinisierten Tier verringert oder ganz unterdrückt wird durch kleinere Dosen eines Lokalanästhetikums, wie z. B. des Novocains, als beim normalen Tier notwendig wären. Da der Angriffspunkt der Lokalanästhetika als vorwiegend peripher aufzufassen ist,

¹ B. GERLANDT und Y. ZOTTERMANN, Acta physiol. Scand. 9, 112 (1945).

² K. BUCHER, Helv. physiol. acta 5, 348 (1947).

³ F. EICHHOLTZ, A. FLECKENSTEIN und R. MUSCHAWECK, Klin. Wschr. 27, 71 (1949).

¹ A. JARISCH und Y. ZOTTERMANN, Acta physiol. Scand. 16, 31 (1948).

spricht dies weiterhin dafür, daß Änderung der vagalen Impulse und die Atemveränderung peripher beeinflusst

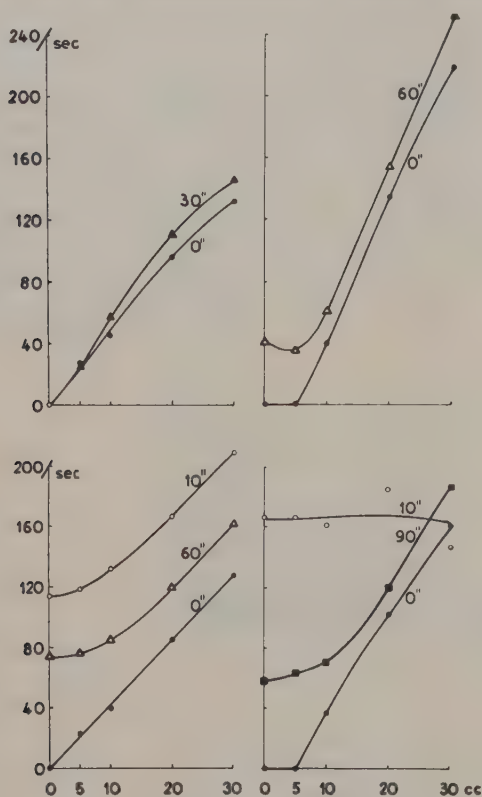


Abb. 2. Beeinflussung der Entladungsfrequenz von vier Lungen-dehnungsrezeptoren bei einem künstlich beatmeten Kaninchen durch 80 γ /kg Veratrin 10, 30, 60 und 90 Sekunden nach intravenöser Injektion. Ordinate: Entladungsfrequenz einer einzelnen inspiratorisch aktiven Lungenvolumenfaser. Abszisse: Atemzugvolumen.

werden und möglicherweise in direktem ursächlichem Zusammenhang stehen.

R. MEIER, H. J. BEIN und H. HELMICH

CIBA Aktiengesellschaft, Basel, den 29. August 1949.

Summary

The electrical activity of afferent pulmonary stretch fibres under veratrine, active during inspiration, has been recorded by means of cathode-ray tubes. The impulse frequency of single pulmonary stretch fibres in the cervical vagus of the rabbit is increased by intravenously injected veratrine in a manner similar to the increased activity of afferent cardiac nerve-A fibres after veratrine, as observed by AMANN and SCHAEFER¹, JARISCH and ZOTTERMAN², and to that of afferent A fibres of the splanchnic nerve (MEIER and BEIN³). The effect of veratrine is abolished by local anaesthetics. The change in respiratory pattern produced by veratrine may be explained by the increased excitability of such pulmonary stretch receptors.

¹ A. AMANN und H. SCHAEFER, Arch. ges. Physiol. 246, 757 (1943).

² A. JARISCH und Y. ZOTTERMAN, Acta physiol. Scand. 16, 31 (1948).

³ R. MEIER und H. J. BEIN, erscheint demnächst.

PRO LABORATORIO

Ein künstliches Milieu für das Züchten von Daphnien im Laboratorium

Um physiologische Untersuchungen an Daphnien durchführen zu können, mußte für diese Tiere ein Milieu geschaffen werden, dessen chemische Zusammensetzung bekannt ist und hinreichend konstant gehalten werden kann.

Ausgehend von Angaben der beiden Autoren CLARK und RHODE¹ über die chemische Zusammensetzung von HCO_3^- -Seen und nach verschiedenen Abänderungen wurde ein Milieu folgender Zusammensetzung gefunden:

Me. V.

CaCO_3	2 mg
MgSO_4	19 "
NaHCO_3	100 "
KCl	6 "
Na_2HPO_4	18 "
KH_2PO_4	2 "

1000 cm^3 Aqua dest. (aus Jenaer Glas)

= 147 mg Salze im Liter Kulturflüssigkeit.

Die Salze werden einzeln gelöst (die kleine Menge CaCO_3 löst sich ohne Schwierigkeiten), dann zusammengegeben und die Flüssigkeit auf 1000 cm^3 ergänzt.

Im Pharmazeutischen Institut an der ETH. wird seit Juni 1948 eine reine Linie von *Daphnia longispina* (MÜLLER) gehalten, und zwar seit September 1948 in Wasser der soeben beschriebenen Zusammensetzung. Die Lebenserwartung der Daphnien ist in künstlichem Milieu ebenso gut wie in Wasser natürlicher Zusammensetzung.

Das künstliche Milieu bietet große Vorteile für das Arbeiten mit Daphnien:

1. Die chemische Zusammensetzung des Zuchtwassers ist bekannt und keinen saisonbedingten Schwankungen unterworfen.

2. Das Wasser ist frei von organischen Substanzen und Mikroorganismen.

3. Dasselbe Wasser kann, je nach Umständen, mit einer etwas höheren Salzkonzentration, nach Zugabe einer Stickstoffquelle (z. B. $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ 25 mg/l), als Kulturflüssigkeit für Algen dienen, welche als Daphnienfutter Verwendung finden².

EDW. FLÜCKIGER und H. FLÜCKIGER

Pharmakognostische Abteilung des Pharmazeutischen Instituts der ETH., Zürich, den 26. September 1949.

Summary

An artificial culture medium for breeding *Daphnia* for laboratory use is described. The average length of life for animals in the artificial medium is the same as for animals kept in pond-water. The constancy of chemical properties of the new medium, the absence of organic and unknown inorganic substances and the absence of micro-organisms is a great advantage in experimental work. The fodder-organisms can be cultured in the same medium (plus nitrates), e.g. *Scenedesmus*.

¹ W. RHODE, The Ionic Composition of Lake Water, Vortrag gehalten am X. Int. Limnologenkongreß 1948, Zürich.

² *Scenedesmus quadricauda* eignet sich nach unseren Erfahrungen ausgezeichnet als Futterorganismus, doch wird eine andere Alge, z. B. *Chlorella* sp. dieselben Dienste leisten.

DISPUTANDA

Die Bildung von Nickeltriacarbonyl
aus Nickelsalzen mit COBemerkungen zu dem Referat von W. REPPE¹

W. REPPE hat in seinem ausgezeichneten Referat über die Chemie des Acetylens angegeben, daß es möglich ist, aus ammoniakalischen Nickelsalzlösungen mit CO das bei der Reaktion zur Herstellung von Acrylsäureäthylester verwendete Nickeltriacarbonyl quantitativ zurückzugewinnen. Es werden auch zwei Literaturstellen aufgeführt, in welchen die Reaktion beschrieben ist (DRP. Anmeldung I. 66 040 REPPE, und DRP. 753 618, SCHLENK. Beide Verfahren sind 1939 und 1940 bekanntgeworden²).

Ich möchte darauf hinweisen, daß die Überführung von Hexaminsalzen des Nickels in Nickeltriacarbonyl unter der Verwendung von CO bei höherer Temperatur und höherem Drucke bereits lange vorher eingehend beschrieben wurde. Man findet die nötigen Angaben in der Dissertation meines Mitarbeiters JOSEPH H. WEIBEL,

Dissertation Nr. 329, ETH., Zürich¹. Wir haben damals darauf verzichtet, unsere Ergebnisse, die in der ausgezeichneten Dissertation von WEIBEL beschrieben werden, noch einmal in einer Zeitschrift zu publizieren, in der Erwägung, daß die Dissertationen, die an der ETH. eingereicht werden, auf den meisten Universitätsbibliotheken leicht nachzulesen sind. Es genügt daher, wenn ich in bezug auf die Bildung von Nickeltriacarbonyl aus ammoniakalischer Lösung von Nickelsalzen das Wesentliche angebe.

Es wurden Nickelsalzlösungen, die stark ammoniakalisch waren, bei 150° und einem CO-Druck von 100 Atm. in das Nickeltriacarbonyl übergeführt. Da sich nach unsern Untersuchungen immer ein Gleichgewicht zwischen Nickelsalz und Nickeltriacarbonyl bildet, haben wir von Zeit zu Zeit das gebildete Nickeltriacarbonyl abgeblasen. Zum Schluß wird folgendes gesagt: *Immerhin zeigte sich deutlich, daß es unter Überwindung der technischen Schwierigkeiten möglich wäre, das Nickel kontinuierlich und vielleicht auch quantitativ zu extrahieren* (Seite 33 der zitierten Arbeit von WEIBEL).

H. E. FIERZ-DAVID

Chemisches Institut der ETH., organische Abteilung,
Zürich, den 31. Oktober 1949.

¹ Exper. 5, 93 (1949).² Exper. 5, 109 (1949).¹ J. H. WEIBEL, *Reaktionen einiger Metallsalzlösungen unter erhöhten Temperaturen und Drucken*, Diss. (Zürich 1923).

Nouveaux livres - Buchbesprechungen - Recensioni - Reviews

Geburt und Tod der Sonne

VON GEORGE GAMOW

XVIII + 284 Seiten mit 60 Abbildungen im Text und
XVI Tafeln

(Verlag Birkhäuser AG., Basel 1947)
(In Leinen gebunden Fr. 24.50)

Der Verfasser unternimmt den als wohl gelungen zu bezeichnenden Versuch, die komplizierten Vorgänge der Sternentwicklung und der Energieerzeugung in den Sternen einem weiteren Leserkreis verständlich zu machen, ohne dabei allzu große mathematische und physikalische Vorkenntnisse voraussetzen zu müssen. Er verfolgt dabei den altbewährten, auch vom didaktischen Standpunkt aus begrüßenswerten Weg, die wissenschaftlichen Grundlagen und Fortschritte in ihrer historischen Reihenfolge zu skizzieren, so daß das ganze Werk beinahe den Charakter eines spannenden Romans annimmt.

Zuerst wird das Problem der Sonnenenergie in seiner ganzen Tragweite aufgerollt und es werden auch die älteren, untauglichen Versuche zu seiner Lösung behandelt. Dann folgt eine ausführliche Darstellung der Atomtheorie, der Radioaktivität und der Kernprozesse, wobei der Verfasser auch vor handgreiflichen, dafür aber um so eindrücklicheren Vergleichen und Illustrationen (z. B. Abb. 10!) nicht zurückschreckt. Auch die praktische Verwertbarkeit der Atomenergie wird gestreift;

vor allem aber werden die thermischen Kernprozesse, die für die Erzeugung der Sonnenenergie und allgemein der Sternenergie allein in Betracht fallen, ausführlich behandelt: der Kohlenstoff/Stickstoff-Zyklus, der unsere Sonne am Leben erhält, die Reaktionen der leichten Elemente und des Deuteriums, die für die Energieproduktion der roten Riesen verantwortlich sind. Auf dieser Grundlage wird die Theorie der Sternentwicklung aufgebaut: der Übergang von einem Kernprozeß zu einem andern ergibt die Verschiebung des Sterns im Russellschen Diagramm und damit seine ganze zeitliche Entwicklung. Auch die Theorie der pulsierenden Sterne, der Cepheiden, wird in dieses Lehrgebäude eingefügt, ebenso die Zwickysche Hypothese der Supernovae, der der Verfasser offenbar vor der Jordanschen den Vorzug einräumt. Endlich wird noch in zwei besonderen Kapiteln der voraussichtlichen Entwicklung unserer Sonne und der Entstehung und weiteren Zukunft der Galaxien und des gesamten Kosmos gedacht.

Die Übersetzung wurde in hervorragender Weise durch Prof. Dr. E. VON DER PAHLEN besorgt.

Im ganzen genommen darf das Werk jedem Außenstehenden, der sich über die neuere Entwicklung der Astrophysik orientieren möchte, angelegentlichst empfohlen werden; aber auch der Fachmann wird darin eine äußerst anregende Lektüre erblicken.

E. HERZOG

Die statistische Theorie des Atoms und ihre Anwendungen

Von P. GOMBÁS
406 S., 59 Figuren

(Springer-Verlag, Wien 1949) (sFr. 85.— geb.)

Les travaux très estimés que P. GOMBÁS a fait connaître sur la méthode et l'application des théories ayant le modèle d'atome de THOMAS-FERMI à leur base ont mis cet auteur en mesure d'écrire avec beaucoup d'autorité un gros ouvrage sur ce sujet. Que cela soit dit d'emblée: le livre, publié avec un soin très méritoire, effraiera bien des gens par son volume et surtout par son prix. Il eût peut-être été possible de réduire l'un et l'autre, non seulement pour le rendre plus conforme aux bourses des savants et même aux crédits de bibliothèques, mais aussi pour en faciliter l'abord par des lecteurs qui n'auront pas toujours l'impression d'un exposé simple et limpide. Le texte est en effet compliqué, et la lecture est pour cette raison un peu fatigante.

Mais il est certain que l'auteur a rempli une tâche très utile en fournissant un exposé extrêmement complet et cohérent de tous les travaux qui posent à leur base le modèle d'atome dit statistique de THOMAS-FERMI. La simplification apportée à la théorie atomique de la matière par l'introduction de ce modèle consiste à remplacer les variations brusques dans la répartition des électrons par une répartition moyenne statistique.

Une première partie contenant des *considérations d'ordre général* expose la méthode basée sur le modèle de THOMAS-FERMI dans tous ses détails et avec des applications à l'appui, sans s'attaquer encore aux trois problèmes importants de la structure atomique, moléculaire et cristalline. Relevons une bonne discussion des solutions de l'équation de THOMAS-FERMI et l'intéressante comparaison de la répartition (densité de charge) fournie par cette théorie avec celle que donnent les théories qui utilisent la méthode du champ self-consistent. Il serait intéressant de faire une comparaison analogue dans le domaine des relations énergétiques. On voit l'avantage du modèle de THOMAS-FERMI qui permet d'aller loin dans les calculs, alors qu'il a le désavantage d'atténuer complètement les variations importantes qui, dans la répartition de charge, correspondent aux niveaux énergétiques de l'atome de BOHR. Les méthodes du genre de celle de HARTREE ne présentent pas ce désavantage mais sont par contre difficilement applicables.

Au cours de la première partie, l'auteur développe en de longues discussions les modifications qui ont été apportées au modèle initial pour tenir compte de l'interaction d'échange, de la corrélation, etc. Il est frappant de constater (Fig. 12 et ss.) que ces modifications sont bien petites par rapport à la différence entre les courbes du modèle de THOMAS-FERMI et celles du modèle de HARTREE. Le détail de ces modifications donne l'occasion de faire connaissance avec les nombreux travaux de l'école de JENSEN. L'auteur a bien fait d'expliquer comment on peut faire dériver le modèle peu précis de celui plus précis de HARTREE-FOCK (méthode de DIRAC).

Tout d'abord, on se borne à considérer un modèle à symétrie radiale, applicable aux atomes et à certains ions. Une méthode de perturbation (école de GOMBÁS) permet de traiter des cas qui s'en écartent.

Malgré les comparaisons faites, on ne voit pas facilement ressortir la différence fondamentale entre la méthode traitée dite statistique, et celle purement

quantique. Un petit paragraphe cependant explique quels sont les termes des formules de la théorie purement quantique qui se transforment en d'autres de la théorie de THOMAS-FERMI.

Un emploi de la méthode de perturbation est suggéré dans le but de calculer l'interaction d'atomes et ions entre eux. Cela devrait fournir l'explication des effets dus aux forces de VAN DER WAALS ou aux forces de cohésion dans les réseaux. Ces problèmes, comme celui de l'atome lui-même pris dans le détail de sa structure, sont traités dans une seconde partie où sont développées des *considérations particulières* sur les atomes, les molécules et les cristaux ainsi que sur la matière soumise à de hautes pressions.

La première considération très suggestive développée sur l'atome est celle qui consiste à expliquer l'apparition des électrons *s*-, *p*-, *d*-, *f*- et leur nombre en fonction du nombre atomique *Z*. L'apparition tardive de ces électrons (comparée à celle à laquelle on pourrait s'attendre dans le tableau périodique des éléments) étonne toujours l'étudiant qui la constate pour la première fois. Puis on apprend à calculer les énergies d'ionisation, la position des termes spectroscopiques (en particulier les travaux de l'école italienne) jusque dans le détail des multiplets, l'extension linéaire des atomes et des ions, et à résoudre des problèmes d'intensité et de dispersion.

Molécules et cristaux n'ont pas donné lieu à autant de travaux que les atomes. GOMBÁS en expose le contenu avec tout le détail désirable. Pour les cristaux et les métaux en particulier, on est souvent plus habitué à penser en fonction des zones de BRILLOUIN qu'en celle du modèle de THOMAS-FERMI. Mais ce dernier, comme le montre le présent ouvrage, fournit de nombreux renseignements.

L'ouvrage de GOMBÁS sera très utile. Des renseignements de toutes sortes y fourmillent. C'est un bon et volumineux complément à des ouvrages parus dans la littérature plus spécialement anglo-saxonne (SEITZ) et se plaçant sur le terrain inauguré par HARTREE, BRILLOUIN et d'autres.

ANDRÉ MERCIER

Principles of Radar

By DENIS TAYLOR and C. H. WESTCOTT
IX + 141 pp., 57 figs.

(Cambridge University Press, 1948)
(12s 6d)

Radar, eine der wichtigen Waffen des letzten Weltkrieges, geht auf Methoden zurück, die seit längerer Zeit bekannt sind. Bereits im Jahre 1924 haben APPLETON und BARNETT Versuche unternommen, um die Höhe der Ionosphäre — im Prinzip mit einer Radareinrichtung — zu bestimmen. Erst 1935 wurde die militärische Bedeutung dieser Methode erkannt und mit der allerdings geheim gehaltenen Entwicklung unmittelbar darauf begonnen. Diese und weitere Einzelheiten erfährt der Leser in dem anregenden kleinen Büchlein, das D. TAYLOR und der Physiker C. H. WESTCOTT geschrieben haben, und in welchem die verschiedenen Radarsysteme anschaulich dargelegt werden.

Der Abschnitt über Erzeugung und Empfang impulsmodulierter Signale bildet die Grundlage der späteren Betrachtungen. Die Eigenschaften der Richtstrahlantennen, Stärke der Echos und Störspannungen bestimmen die Reichweite eines solchen Systems. In den nächsten Kapiteln werden die verschiedenen Methoden zur Messung von Distanz, Elevation und Azimut be-

handelt, Schließlich wird der Einfluß unerwünschter Echos diskutiert und die typischen elektrischen Eigenschaften von Boden-, Flugzeug- und Schiffsstationen beschrieben. Ein Anhang mit Bemerkungen zu einigen spezielleren Fragen bildet den Abschluß dieser hübschen Zusammenstellung. Wer sich für diese Fragen interessiert, andererseits nicht gerne ein umfangreiches Werk lesen will, findet hier das Gewünschte in Kürze und in genießbarer Form dargestellt.

E. BALDINGER

Vacuum Tubes

By KARL R. SPANGENBERG – xvii + 860 pp., 503 figs.
(McGraw-Hill Book Company, New York, 1948)
(\$7.50)

Im Jahre 1947 wurden allein in den Vereinigten Staaten von Amerika 50 Millionen Radioempfänger hergestellt, und für das laufende Jahr ist die Produktion von 2 Millionen Fernsehempfängern vorgesehen. Wenn wir bedenken, daß Röhren außerdem für viele andere Zwecke, wie Telefon, Radar, Meßgeräte, industrielle Überwachungs- und Steuereinrichtungen unerlässlich sind, so können wir daraus am besten die wirtschaftliche und technische Bedeutung der Elektronenröhren ermessen. Nur sehr wenige Leute werden wohl in die Lage kommen, Elektronenröhren selber entwerfen zu müssen. Aber die Zahl der Ingenieure und Physiker, die Röhren bei der Planung und der Konstruktion von neuen Geräten und Einrichtungen verwenden, ist beträchtlich. Ein geschickter und zweckmäßiger Gebrauch dieses modernen Hilfsmittels setzt jedoch eine bis ins einzelne gehende Kenntnis ihrer Eigenschaften und ihrer Arbeitsweise voraus. Gerade im Laboratorium ist dieses Verständnis wesentlich, ist man doch in vielen Fällen gezwungen, Radoröhren unter ungewöhnlichen, von den normalen Vorschriften abweichenden Bedingungen arbeiten zu lassen.

Im vorliegenden Buche, das aus einer Vorlesung an der Stanford University hervorgegangen ist, werden aus physikalischen Gesetzmäßigkeiten die äußeren Eigenschaften und Charakteristiken der verschiedensten Elektronenröhren in verständlicher und logischer Weise abgeleitet und auch die jüngsten Entwicklungen aus dem Gebiete der Ultrakurzwellen gebührend berücksichtigt.

Mit Recht vermeidet es der Verfasser, auf die Anwendungen der Elektronenröhren einzugehen, da über diese Gebiete bereits ein umfangreiches Schrifttum existiert und eine Behandlung solcher Fragen nur zu einer Zersplitterung der Darstellung führen würde. Ähnliche Argumente lassen sich allerdings auch gegen das Kapitel 21 (Hochvakuumtechnik) vorbringen, das ohne Schaden weggelassen werden könnte.

Das Buch beginnt mit einer schönen Zusammenstellung der einzelnen Röhrentypen, von der Diode bis zum Klystron, und behandelt anschließend die verschiedenen Arten der Elektronenemission. Das nächste Kapitel über die Bestimmung von Potentialfeldern ist nicht nur für das Verständnis der Röhren nützlich und lehrreich. Ausführlich werden das elektrostatische Feld der Triode und die Einflüsse der Raumladung untersucht, um daraus die Betriebseigenschaften solcher Röhren und in einem weiteren Abschnitt der Pentoden zu bestimmen. Nach der Diskussion des Störpegels der Elektronenröhren wendet sich der Verfasser der Elektronenoptik und den Kathodenstrahlröhren zu. Die Kurzwelleneigenschaften normaler Radoröhren bilden den Übergang zur Behandlung des Klystrons und des

Magnetrons. Mit einem Kapitel über die Hochvakuumtechnik und einer Aufgabensammlung, die den Leser zu selbständigem Denken anregt, schließt das sowohl für den Physiker wie für den Ingenieur nützliche Werk, in welchem eine Fülle von Erkenntnissen und Erfahrungen zusammengetragen sind.

E. BALDINGER

Elementary Structural Analysis

By JOHN B. WILBUR and CHARLES H. NORRIS
523 pp., 354 figs.

(McGraw-Hill Book Company, Inc., New York-Toronto-London, 1948) (\$6.-)

Der Titel dieses Buches läßt sich für unseren Sprachgebrauch in «Elementare Baustatik» übersetzen. Sein Inhalt lehnt sich an die Vorlesungen für Bauingenieure an, welche die Verfasser am Massachusetts Institute of Technology in Cambridge bei Boston, Mass., einer der führenden Technischen Hochschulen der Vereinigten Staaten, halten.

Bei der Durchsicht dieses Buches drängt sich ein Vergleich auf mit der 1946 im Verlag Birkhäuser, Basel, erschienenen «Baustatik I» von F. SRÜSSI (ETH.), denn beide Lehrbücher verfolgen denselben Zweck. Im behandelten Stoff decken sie sich allerdings nicht ganz. SRÜSSI beschränkt sich im wesentlichen auf die Behandlung statisch bestimmter Systeme, gibt dafür aber einen abgerundeten Überblick über die den Baustatiker beschäftigenden Aufgaben. Die beiden amerikanischen Verfasser hingegen behandeln in dieser «Elementaren Baustatik» schon recht eingehend die statisch unbestimmten Systeme und die dafür verwendbaren Methoden. Obwohl dabei auf Biegung beanspruchte Systeme einen breiten Raum einnehmen, wird die eigentliche Biegelehre, die Ermittlung der Normal- und Schubspannungen, merkwürdigerweise vollständig übergangen. Die Stabilitätsprobleme, das Knicken des schlanken Stabes inbegriffen, werden ebenfalls nicht berührt, auch nicht die Verdrehung. Beim Vergleich der Kapitel, die in beiden Büchern behandelt werden, wird man den wohl grundlegenden Unterschied in der europäischen und der amerikanischen Lehrmethode gewahr. SRÜSSI entwickelt die Überlegungen, nennt die Voraussetzungen und näheren Umstände in möglichst allgemeiner Form, und das sorgfältig ausgesuchte Beispiel dient ihm zur Illustration, zur näheren Erläuterung. Umgekehrt gehen die amerikanischen Verfasser eher vom konkreten Beispiel aus, wandeln es ab und üben Blick und Verständnis an einer Fülle von Varianten der Methoden und der Anwendungen. Dem Großteil der Studierenden wird man damit vielleicht besser gerecht und das Zurechtfinden in der Praxis mag ihnen damit erleichtert werden. Auf lange Sicht und für die Förderung der Fähigsten, die Neues schaffen werden, möchte ich das an der ETH. überlieferte Vorgehen vorziehen.

Das Buch von WILBUR und NORRIS ist präzise, sorgfältig, klar und anschaulich geschrieben. Ein gleiches gilt für die zahlreichen Abbildungen. Hervorzuheben ist die Sorgfalt in der Behandlung der Vorzeichen, die so oft die Quelle von Mißverständnissen und Fehlern werden.

Gerade wegen der von unseren Gepflogenheiten etwas abweichenden Art der Behandlung des Stoffes kann das Buch dem Studierenden und dem Praktiker lebhaft empfohlen werden. Durch die vielen durchgerechneten Zahlenbeispiele wird die Benützung für den fremdsprachigen Leser sehr erleichtert.

E. AMSTUTZ

An Introduction to Colour

By RALPH M. EVANS – 340 pp., 304 figures
(New York, John Wiley & Sons; London, Chapman
& Hall 1948) (\$6.-)

Wenn uns ein Praktiker, sei es nun ein Beleuchtungsingenieur, ein Photograph oder Kameramann, auch ein Kunstmaler oder ein Student nach einem leichtverständlichen Buche («nur keine Mathematik!») über angewandte Farbenlehre fragen sollte, so würden wir ihm unverzüglich EVANS Buch übergeben, mit der ermutigenden Bemerkung, daß er, gleichviel wie er seine Probleme nun anzupacken gedenke, sicherlich Nutzen von dem Werke ziehen und wertvolle Belehrung empfangen werde, doch – dies sei von vornherein hervorgehoben – nur, wenn er mit gesunder Kritik an das herangeht, was ihm das ungemein geschickt geschriebene Buch eines erfahrenen Praktikers in reicher Fülle anbietet. Der Autor ist ein Mitglied des Stabes der Eastman Kodak Gesellschaft in Rochester (USA.), kommt von der Farbenfilmtechnik und weiß seine Materie in bewundernswert konzentrierter Form, ausgehend von gediegener theoretischer wie praktischer Erfahrung, darzustellen. Den Bogen seiner Erläuterungen spannt er – wie es das prekäre Thema verlangt, das sich zwischen Physik (Optik), Physiologie und Psychologie frei bewegt – ungemein weit. Bis zu den elektrophysiologischen Vorgängen beim Sehvorgange einerseits, bis zu rein künstlerischen Fragen der Farbenphotographie andererseits dringt er vor und hält mit dem Vortrage seiner eigenen originellen Anschauungen nicht zurück. (Wie verschieden allerdings künstlerische Fragen in den Staaten und in unserm «alten» Europa behandelt werden, zeigt, um ein Beispiel herauszugreifen, Figur 5, 26.) Nun ist es aber selbstverständlich, daß eine moderne Farbenlehre nicht ohne Mathematik auskommen kann. So vermeidet denn Evans alle «abschreckenden» Formeln, bringt aber die zu einer exakten Behandlung der Materie unerlässlich notwendigen funktionellen Zusammenhänge maßgebender Größen untereinander in Form von Diagrammen, die auch dem mathematisch Ungeübten sofort verständlich werden müssen. Fünfzehn Tafeln in ausgezeichnetem Dreifarbendruck nach Farbaufnahmen erläutern manche delicate Fragen visuell bedeutend leichter und rascher, als lange Erläuterungen im Texte es zu tun vermocht hätten. Wir hatten Gelegenheit, das Buch von P. J. BOUMA *Physical Aspects of Colour*, die englische Übersetzung des holländischen Originals, zusammen mit EVANS Buch bei der Vorbereitung einer Universitätsvorlesung über Farbenlehre mit viel Gewinn zu gebrauchen. Unser Meinung nach ist das holländische Buch dem amerikanischen überlegen, vermeidet es doch die Gefahr einer gewissen national orientierten Einseitigkeit. Wohl erwähnt EVANS die Verdienste der großen Pioniere der Farbenlehre, wie J. CL. MAXWELL, THOMAS YOUNG, HERMANN V. HELMHOLTZ und seine Schüler ARTHUR KÖNIG, V. KRIES u. a., auch WILHELM OSTWALD, übergeht aber gänzlich die Gebr. LUMIERE, den englischen Physiker GUILD und andre europäische Forscher von Rang, auf deren Entdeckungen allein die modernen amerikanischen Fortschritte haben erzielt werden können. Dies gibt ein unzutreffendes Bild der Entwicklung und verlangt Richtigstellung. Wer sich in die ungemein reizvolle Farbenlehre einarbeiten will, dem empfehlen wir angelegentlich und mit Überzeugung den geschickt abwägenden Gebrauch beider Werke, ins-

besondere aber das Zurückgreifen auf die Originalliteratur, die darin in vorbildlicher Vollständigkeit aufgeführt ist.

HANS ZICKENDRAHT

Organic Reagents Used in Gravimetric and Volumetric Analysis

By JOHN F. FLAGG. 300 pp., 11 figs.
(Interscience Publishers, Inc., New York and London,
1948). (\$6.-)

Über die analytische Verwendung von organischen Reagenzien existiert eine ganze Anzahl von Monographien (z. B. FEIGL: *Tüpfelanalyse*, SANDELL: *Kolorimetrische Bestimmungen*); zum ersten Male liegt nun aber ein Werk vor, das die Verwendung organischer Reagenzien in der Gravimetrie und Volumetrie eingehend behandelt.

Das Buch von JOHN F. FLAGG, das als vierter Band der Monographien zur analytischen Chemie erschienen ist, besteht aus einem theoretischen und einem praktischen Teil.

In den einleitenden Kapiteln werden die Reagenzien und die Eigenschaften von Metall-Komplex-Verbindungen diskutiert, dann folgen Angaben über die Trennungsmöglichkeiten und eine theoretische Untersuchung des Löslichkeitsproblems für Salze mit gleichen Anionen. Ein Kapitel über die Arbeitstechnik bei Bestimmungen mit Hilfe von organischen Reagenzien schließt den theoretischen Teil ab.

Im allgemeinen Teil werden in alphabetischer Reihenfolge die Reagenzien besprochen. Zu jedem Reagens sind die wichtigsten physikalischen Konstanten angegeben, dann folgt eine Übersicht über die chemischen und besonders die analytischen Eigenschaften. Für die Bestimmung der meisten Kationen und einiger Anionen werden allgemeine Arbeitsvorschriften gegeben; besonders wertvoll ist die große Zahl von sehr gut ausgearbeiteten Vorschriften zur Analyse von Legierungen und Gesteinen. Zwei Tabellen (Trocknungstemperaturen und gravimetrische Umrechnungsfaktoren, Übersicht über die Bestimmungsmöglichkeiten für 47 Elemente) beschließen das Werk.

Die Literatur wurde bis Anfang 1946 fast vollständig berücksichtigt. Viele Methoden wurden vom Autor durchgearbeitet, fast immer macht er Angaben über die erreichbare Genauigkeit der Bestimmungen und an manchen Stellen finden wir Anregungen zu weiteren Untersuchungen.

Neben den klassischen makro- und mikrogravimetrischen und volumetrischen Methoden wurden auch polarographische und amperometrische Bestimmungen berücksichtigt, ferner die bei uns leider kaum bekannte mikro-gasvolumetrische Bestimmung von Metall-Komplex-Verbindungen nach VAN SLYKE (Nasse Verbrennung mit Hilfe eines Chromsäure/Jodsäure-Gemisches und anschließende manometrische CO₂-Bestimmung).

Die neue Monographie wird im analytischen Forschungs- und Untersuchungslabor zweifellos ihren Platz finden.

M. BLUMER

Informations - Informationen - Informazioni - Notes

EXPERIENTIA MAIORUM

I.

Redaktionelle Vorbemerkung

Die moderne Naturwissenschaft ist zweifellos ihren Weg ohne Goethe, abseits von Goethe und in entscheidenden Stücken gegen Goethe gegangen. Jedoch kann die Goethische Naturbeobachtung und Naturbetrachtung auch für den nichtkosmologisch denkenden Naturforscher eine reiche Quelle der Naturerkenntnis bedeuten. Die behutsame und ausdauernde Beschäftigung Goethes mit den Naturphänomenen darf in ihrer Ursprünglichkeit als vorbildlich bezeichnet werden. Die nachfolgenden Aufsätze beabsichtigen, das besondere Goethische Verfahren auch einem heutigen Naturforscher nahezubringen.

Die Urbildlichkeit der organischen Gestaltung und Goethes Prinzip der «Variablen Proportionen»

Von W. TROLL¹

Die biologische Wissenschaft, insbesondere die Biomorphologie, ist von GOETHE in mannigfacher Weise befruchtet und bereichert worden. Es braucht nur an seine Lehre von der Metamorphose der Pflanze und seine osteologischen Arbeiten, vor allem an den Nachweis erinnert zu werden, daß auch dem Menschen, gleich den Säugetieren, denen er sich seiner Organisation nach anschließt, ein Zwischenkieferknochen zugesprochen werden müsse.

Seine entscheidende Leistung auf biomorphologischem Gebiet jedoch hat man bis in die neueste Zeit, wenn nicht ganz übersehen, so zum mindesten nicht ihrer großen Bedeutung nach gewürdigt. Gemeint ist das «Prinzip der variablen Proportionen», das er erstmals klar erkannt und präzise formuliert hat.

Freilich, diese Entdeckung geschah nicht von ungefähr. Sie hatte vielmehr eine tiefe Einsicht in das Wesen der Mannigfaltigkeit zur Voraussetzung, in der sich uns die Organismen in den einzelnen Abteilungen der Tier- und Pflanzenwelt darboten. GOETHEs diesbezügliche Ideen gruppieren sich um den zentralen Begriff der *Urbildlichkeit*, den er in die Biologie eingeführt und in ihr zur Geltung gebracht hat. Dadurch wurde er zum eigentlichen Begründer der organischen Morphologie, eines Wissenschaftszweiges, der ihm zudem diesen Namen verdankt². GOETHE hat damit auch die Voraussetzungen für die wissenschaftliche Begründung der Abstammungslehre geschaffen. Denn DARWIN knüpft in seinem Hauptwerk ausdrücklich an die Frage an, wie es zu dem Phänomen der «Einheit des Typus» d. h. eben zur Urbildlichkeit, komme³.

Wir haben also GOETHEs Verdienste um die Biologie unter dem doppelten Gesichtspunkt der Urbildlichkeit und des Prinzips der variablen Proportionen zu erörtern, wozu uns ein kurzer historischer Rückblick verhelfen soll.

¹ Botanisches Institut der Universität Mainz.

² In der Publikation zwar gebührt K. F. BURDACH (Über die Aufgabe der Morphologie, Leipzig 1817) die Priorität. Jedoch verweist dieser auf S. VII selbst darauf, daß «GOETHE voran geht».

³ CH. DARWIN, *Über die Entstehung der Arten*. Übersetzt von J. V. CARUS, S. 237 (Stuttgart 1876).

Bevor eine Biomorphologie entstehen konnte, mußte der Bau der Organismen als solcher bekannt sein. Diesem Ziele diente die Beschreibung der organischen Wesen mit Hilfe einer diesem Zweck angepaßten Kunstsprache. Wir sehen denn auch, daß die biologische Forschung der älteren Zeit von dem Bemühen um eine beschreibende Erfassung des Organismenreiches und die Ausbildung einer wissenschaftlichen Terminologie beherrscht ist.

Schon im Verfolg dieser Bestrebungen drängte sich die Erkenntnis auf, daß die Organismen einander gruppenweise mehr oder weniger gleichen und nach dem Grade solcher Ähnlichkeit zu Verbänden vereinigt werden können. Damit war die Grundlage für Versuche zur Systembildung gegeben, die ja tatsächlich bis weit in die Zeit der beschreibenden Biologie zurückreichen. Morphologie und Systematik hängen also schon von den Anfängen ihrer geschichtlichen Entwicklung her aufs engste miteinander zusammen.

Die Kohärenz zeigt sich besonders bei dem Ringen um die Grundkonzeption der Biosystematik, die der Verwandtschaft oder Affinität. Bereits LINNÉ hat klar erkannt, daß der Verwandtschaftsbegriff, wenn er wissenschaftlichen Wert beanspruchen wolle, die Künstlichkeit, die ihm bis dahin anhaftete, abstreifen und auf natürlicher Grundlage gewonnen werden müsse. Demgemäß fordert er ausdrücklich ein «natürliches System» bzw. eine «natürliche Methode» systematischer Forschung, mit dem Bemerken «Primum et ultimum hoc in botanicis desideratum est»¹. Er war sich dabei bewußt, selbst nur über «Fragmenta» dieser Art zu verfügen, die er der Botanik mit der Empfehlung «studiose inquirenda» als Vermächtnis hinterließ¹.

Entschiedene Fortschritte auf diesem Wege erzielte für das Pflanzenreich erst A. L. DE JUSSIEU². Bei ihm vermissen wir aber ebenfalls noch eine auf die Klärung des Begriffes der natürlichen Verwandtschaft gerichtete Methodenlehre. Eine solche war von der Systematik auch gar nicht zu erwarten. Diese war hierin vielmehr auf die Morphologie angewiesen, die aber selbst noch nicht die erforderlichen Schritte getan hatte.

Hier setzen die Bemühungen GOETHEs ein, die sich zwar im wesentlichen auf die höheren Tiere und Pflanzen beschränkten, aber so sehr in die Tiefe gingen, daß sie in methodologischer Hinsicht der gesamten Biomorphologie jene Impulse mitzuteilen vermochten, deren sie bedurfte, wenn sie sich nach langer Vorbereitungszeit endlich zum Rang einer fundierten Wissenschaft erheben wollte. Freilich stand GOETHE, obwohl er von LINNÉ herkam, nicht eigentlich in der Tradition der systematischen Forschung. Er faßt, unabhängig davon, das Verwandtschaftsproblem morphologisch auf, gibt ihm aber gerade hiermit die entscheidende Wendung, dies sowohl auf zoologischem wie auf botanischem Gebiet.

II.

Im Mittelpunkt von GOETHEs *zoologischen Arbeiten* stehen die Fragen der sogenannten vergleichenden Anatomie, einer Wissenschaft, die bis auf THOMAS WILLIS

¹ C. LINNÉ, *Philosophia Botanica*, S. 27 (Wien 1755).

² A. L. DE JUSSIEU, *Genera Plantarum secundum ordines naturales* (Paris 1789).

(1621–1675) zurückverfolgt werden kann, von dem sie auch den Namen (*Anatomia comparata*) erhalten hatte. Von da ging sie in die Hände der BUFFON, DAUBENTON, VICQ D'AZUR und CAMPER über. Als GOETHE zu Beginn der achtziger Jahre des 18. Jahrhunderts sich mit ihr zu beschäftigen begann, hatte sich das Wissen auf diesem Gebiet bereits zu beachtlicher Höhe entwickelt.

Die vergleichende Anatomie, die sich damals fast ausschließlich der Untersuchung der Wirbeltiere widmete, ging von der offenkundigen Tatsache aus, daß der Bau dieser Wesen bei aller Verschiedenheit im einzelnen gewisse Gemeinsamkeiten aufweist. Sie im wechselweisen Vergleich zu erfassen, war das Bestreben jener Forscher, die dieses Ziel freilich mehr geahnt als klar erfaßt hatten.

GOETHE schildert die Situation, die er am Beginn seiner osteologisch-anatomischen Studien vorfand, folgendermaßen: «Man verglich die Tiere mit dem Menschen und die Tiere untereinander, und so war bei vieler Arbeit immer nur etwas Einzelnes erzwungen und durch diese vermehrten Einzelheiten jede Art von Überblick immer unmöglicher¹. «Niemand glaubte an einen Vereinigungspunkt, an den man die Gegenstände hätte anschließen können, oder einen Gesichtspunkt, aus dem man sie anzusehen hätte» (S. 314).

Deshalb machte er «den Vorschlag zu einem anatomischen Typus, zu einem allgemeinen Bilde, worin die Gestalten sämtlicher Tiere, der Möglichkeit nach, enthalten wären» (S. 315). Es war ihm also darum zu tun, einen «Vergleichskanon» (S. 315) ausfindig zu machen, ein «Tertium comparationis» (S. 339), das es ermöglichen würde, «das Ganze in der Anschauung gewissermaßen zu beherrschen» (S. 115).

Wie man sieht, dringt GOETHE von vorneherein auf den zentralen Punkt, die eigentlich wissenschaftliche Frage, die der vergleichenden Morphologie aufgegeben war: *die Frage nach der Einheit in der Mannigfaltigkeit der Formen*. Nur so ist sein Anspruch zu verstehen, «in der Morphologie eine neue Wissenschaft aufzustellen, zwar nicht dem Gegenstande nach», denn derselbe war bekannt, «sondern der Ansicht und der Methode nach, die sowohl der Lehre selbst eine eigene Gestalt geben muß, als ihr auch gegen andre Wissenschaften ihren Platz anzuweisen hat» (S. 228).

Schon die erste Frucht seiner anatomisch-osteologischen Studien, die Entdeckung des Zwischenkieferknochens beim Menschen, war aus der Überzeugung geboren, «daß alle Abteilungen des Geschöpfes, im einzelnen wie im ganzen, bei allen Tieren aufzufinden sein möchten, weil ja auf dieser Voraussetzung die schon längst eingeleitete vergleichende Anatomie beruht» (S. 374).

Es handelt sich also bei der Typusfrage um den *Bauplangedanken*, der zwar als solcher auch nicht neu war, der vielmehr in allgemeinen Umrissen schon bei BUFFON auftaucht. GOETHE selbst (S. 434) zitiert die betreffende Stelle, wo von einem «dessin primitif et général» die Rede ist, was mit Urplan oder Urbild zu übersetzen wäre und gleichbedeutend mit Urtypus ist. Auch dieser Begriff lag seit ROBINETS «archetype»² schon bereit.

GOETHEs großes Verdienst nun ist es, im Typus- oder Bauplangedanken den «methodischen Mittelpunkt»³ der vergleichenden Anatomie erkannt zu haben, die

ohne ihn bloßes formloses Wissen hätte bleiben müssen. Der Organismus, insonderheit der Wirbeltierorganismus, ist demnach *planmäßig gegliederte Einheit*, in deren Rahmen jedem Organ sein festbestimmter Platz zukommt, was GOETHE mit der Bemerkung betont, daß das «Beständigste der Platz» sei, «in welchem der Knochen jedesmal gefunden wird, und die Bestimmung, wozu er sich in einem organischen Gebäude bequemt» (S. 340). «Bei dem einen Tiere kann der Knochen einfach sein und nur gleichsam das Rudiment dieses Organs vorstellen, bei andern hingegen derselbe Knochen in seiner völligen Ausbildung und in seiner möglichen Vollkommenheit sich finden» (S. 339). Damit war im Grunde der *Begriff der Homologie* gewonnen, der weiterhin in der vergleichenden Anatomie eine so ausschlaggebende Rolle spielen sollte, daß DARWIN¹ die Morphologie insgesamt als die «Wissenschaft von den Homologien» ansprechen konnte.

Wie aber, fragt GOETHE, ist «ein solcher Typus aufzufinden»? Schon der Begriff desselben zeigt es uns an: «die Erfahrung muß uns die Teile lehren, die allen Tieren gemein und worin diese Teile bei verschiedenen Tieren verschieden sind, alsdann tritt die Abstraktion ein, sie zu ordnen und ein allgemeines Bild aufzustellen» (S. 351). Die Idee, heißt es an anderer Stelle, muß «über dem Ganzen walten und auf eine genetische Weise das allgemeine Bild abziehen» (S. 315). Diese Äußerungen könnten leicht zu dem Mißverständnis verleiten, als handle es sich im Urbild oder Typus um eine bloße gedankliche Konstruktion, dies um so mehr, als GOETHE selbst von der «Konstruktion des Typus» (S. 353) spricht. Seine Überzeugung war es aber, daß wir es im Typus mit einem *Naturprinzip* zu tun haben, mit einem «Gesetz», einer «Regel» (u.a. S. 420), an die sich die Natur bei der Bildung der organischen Wesen halte. In die gleiche Richtung weisen Ausdrücke wie «Standhaftigkeit» und «Konsequenz» der Organisation, die wörtlich und dem Sinne nach in GOETHEs morphologischen Schriften immer wiederkehren². Daß der Typus eine Realität darstellt, leidet keinen Zweifel. Nicht minder zweifelhaft ist, daß wir ihn auf dem oben mit GOETHEs Worten angedeuteten Wege durch Abstraktion gewinnen. Das aber ist nur deshalb möglich, weil die Natur dazu die Voraussetzungen an die Hand gibt, m. a. W.: *weil der im Begriff erfaßten Einheit des Typus eine Einheit in der Natur selbst entspricht, die wir in unserem Denken aus der sie verhüllenden Mannigfaltigkeit herausheben*. Dazu wird freilich erfordert, daß wir imstande sind, «mit dem Komplex von Geisteskräften, den man Genie zu nennen pflegt, ... dem gewissen und unzweideutigen Genie der hervorbringenden Natur entgegen zu dringen» (S. 352). Denn «hier geschehen die höchsten Operationen des Geistes, an deren Übung und Steigerung wir gewiesen sind» (S. 389).

Die eben behandelte Frage ist von großer, ja grundsätzlicher Bedeutung, wenn wir an den Begriff der natürlichen Verwandtschaft denken. Anfänglich hatte dieser keinen definierten Inhalt. Erst GOETHEs morphologische Studien haben seine exakte Fassung ermöglicht, indem sie zeigten, daß das, was mit ihm gemeint war, gleichbedeutend ist mit Ähnlichkeit im Typus. Auch so wird deutlich, daß der Typus zwar eine Abstraktion ist, aber eine solche, die sich auf eine in der Natur vorgefundene Ordnung bezieht; wo die Organismen hingegen nach willkürlichen Prinzipien grup-

¹ GOETHEs *Morphologische Schriften*, ausgewählt und eingeleitet von W. TROLL, S. 314 (Jena 1926). Nach dieser Ausgabe wird im folgenden, wenn nicht anders angegeben, zitiert.

² J. B. R. ROBINET, *Considérations philosophiques de la gradation naturelle de l'être* (Paris 1768).

³ Entwurf einer Farbenlehre, I. Band, I. Teil, § 737.

¹ CH. DARWIN, *Die verschiedenen Einrichtungen, durch welche Orchideen von Insekten befruchtet werden*. Übersetzt von J. V. CARUS (Stuttgart 1877) Kap. 8.

² GOETHEs Werke, Weimarer Ausgabe II. Abt. 8, S. 333.

piert werden, haben wir es mit einem künstlichen Verfahren zu tun, das diese Bezeichnung eben deshalb verdient, weil es, statt der Natur zu folgen, sich in bloßen Abstraktionen ergeht. Künstlich wäre also auch das natürliche System, wenn der Typusbegriff, wie es zuweilen irrümlich behauptet wird, keine Entsprechung im Objekt besäße¹.

III.

Auch in die *Botanik* hat GOETHE den Gesichtspunkt der Typologie eingeführt. Seine diesbezüglichen Ideen kreisen um den Begriff der *Urpflanze*, in der wir nichts anderes als den *vegetativen Typus* (S. 119) zu erblicken haben, d.h. das allen höheren Pflanzen (die es vorzüglich waren, mit denen er sich eingehend beschäftigt hat) gemeinsame *Urbild*.

Schon bei LINNÉ² heißt es im Hinblick auf die höheren Gewächse: «*Plantæ omnes utrinque affinitatem monstrant*». GOETHE (S. 216) spricht dasselbe aus:

«Alle Gestalten sind ähnlich und keine gleicht der andern», fährt aber bezeichnenderweise fort:

«Und so deutet das Chor auf ein geheimes Gesetz, auf ein heiliges Rätsel.»

Das «geheime Gesetz» ist gegeben durch die Verwandtschaft im Typus, jenem «*Tertium comparationis*» (S. 339), das die Ähnlichkeit der im einzelnen höchst differierten Pflanzenformen ausmacht.

Die Idee der Urpflanze war ebenso neu wie weitreichend. Um so erstaunlicher ist es, daß GOETHE nicht zur Ausarbeitung seiner Gedanken und Beobachtungen darüber geschritten ist. Es bleibt bei den fragmentarischen Äußerungen, die hauptsächlich in Briefe von seiner italienischen Reise eingestreut sind. Eine neue Konzeption hatte ihn mächtig ergriffen: das Problem der Metamorphose. Ihm ist seine bekannteste botanische Arbeit gewidmet, in die auch seine Einsichten in das Wesen des «vegetativen Typus» eingegangen sind. Aus ihr können wir denn auch mit einiger Sicherheit die Stellen herauschälen, die älteres Gedankengut darstellen³. Sie dürfen sogar als der wesentliche Gehalt der Schrift über die Metamorphose der Pflanzen anzusehen sein, schon deshalb, weil «die geheime Verwandtschaft der verschiedenen äußeren Pflanzenteile, als der Blätter, des Kelchs, der Krone, der Staubfäden... von den Forschern im allgemeinen längst erkannt, ja auch besonders bearbeitet worden war» (S. 129). Was dagegen noch nicht anerkannt war, seinem vollen Umfang und seiner zentralen Bedeutung nach sogar erst in der jüngsten Vergangenheit verstanden worden ist, war eben die im Begriff der Urpflanze verborgene Idee des Bauplanes. Aus ihr ist auch die schon von GOETHE vertretene *Sproßtheorie der Blüte* erwachsen, die sich als besonders folgenreich erwiesen hat. Es fiel in der Tat schwer, sich vorzustellen, daß ohne sie die Pflanzenmorphologie zu den grundlegenden Einsichten fortgeschritten wäre, die sich an den Namen WILHELM HOFMEISTERS knüpfen. Mit Recht erblickt demnach K.E. VON BAER⁴ in GOETHE'S Versuch über die Metamorphose der Pflanzen das «Fundament der neueren Botanik».

IV.

In einem Bericht aus Palermo spricht GOETHE von der Urpflanze als einem «Modell» und meint: «mit dem

Schlüssel dazu kann man alsdann noch Pflanzen ins Unendliche erfinden, die konsequent sein müssen, das heißt, wenn sie auch nicht existieren, doch existieren könnten»¹. Diese Worte umschließen im Kern die Frage nach den Beziehungen, die das *Verhältnis des Typus zu der von ihm umfaßten Formenmannigfaltigkeit* regeln.

Wie GOETHE erkannte, entspringt die Mannigfaltigkeit der Gestalt daraus, «daß diesem oder jenem Teil ein Übergewicht über die andern zugestanden ist (S. 318). Hiernach ist es das «Maß der Glieder gegeneinander» (S. 338), was die Besonderheit der Gestalt bestimmt, und Abwandlung der Gestalt ist gleichbedeutend damit, daß «das Verhältnis ihrer Teile verändert» wird (S. 266). Abschließend hat GOETHE diesen seinen Befund folgendermaßen formuliert: «Aus der Konsequenz der Organisation und aus der Möglichkeit, daß ein Teil eine andere Proportion annehmen kann, entsteht die Mannigfaltigkeit der Gestalt»². Dieses Prinzip läßt sich somit als «Schlüssel» handhaben, der es erlaubt, aus dem allgemeinen Bauplan die besondere Gestalt eines Tieres oder einer Pflanze abzuleiten und die sich darin bekundende Vielfalt «in der Anschauung gewissermaßen zu beherrschen» (S. 115), ja darüber hinaus noch Wesen vom selben Typus gleichsam «ins Unendliche» zu «erfinden»³.

Man kann nicht sagen, daß sich die Biomorphologie der Bedeutung des GOETHEschen Theorems voll bewußt geworden ist. Sie hat zwar mit der in ihm ausgesprochenen Erkenntnis gearbeitet, aber doch nicht bemerkt, daß es sich in ihm um den entscheidenden Lehrsatz handelt, das Fundament, auf dem sich die gesamte vergleichende Formenlehre der Organismen aufbaut.

Erst in neuerer Zeit sind diese grundlegenden Beziehungen wieder entdeckt worden, und zwar durch d'ARCY THOMPSON⁴, der allerdings von ganz anderen Voraussetzungen ausgegangen ist. Er machte die Beobachtung, daß, wenn man die äußere Gestalt eines Organs oder auch eines ganzen Organismus in ein Koordinatensystem einzeichnet, man vielfach durch eine bloße Abwandlung desselben diese Form in eine andere überführen kann, freilich nur unter der Bedingung, daß Übereinstimmung im Typus herrscht. «Wird z.B. der Schädel von *Hyrcacotherium* in ein Koordinatensystem eingetragen, so kann er durch eine Transformation desselben in den des Pferdes umgeformt werden, wobei Zwischenstufen auftreten, die den tatsächlich bekannten Zwischenstufen der Pferdeentwicklung entsprechen.» «Der Fisch *Diodon*, in rechtwinkligen Koordinaten, ergibt bei Deformation in konzentrische Kreise in der Vertikalen, in Hyperbeln in der horizontalen Achse den bizarren Mondfisch *Orthogoriscus* usw.» Das Wesen dieser «Transformationstheorie» besteht also darin, durch Transformation eines Koordinatensystems eine organische Form in eine andere überzuführen.

Damit ist der Anschluß an das GOETHEsche Prinzip gewonnen. Denn was besagt die Transformationstheorie anderes, als daß Unterschiede zwischen verwandten, d.h. im Bauplan identischen Tieren in der Hauptsache auf solche der Proportionen zurückführbar sind?

Von der Botanik her bin ich selbst – ohne Kenntnis der THOMPSONSchen Transformationstheorie, allein auf

¹ Vgl. hierzu W. TROLL, Sitz.-Ber. Heidelb. Akad. Wiss., Math.-naturw. Kl., Jg. 1948, 6. Abh. (Heidelberg 1948).
² C. LINNÉ, *Philosophia Botanica*, S. 27 (Wien 1755).
³ Vgl. W. TROLL, Münch. med. Wschr. 12, 461 (1932).
⁴ K. E. VON BAER, *Lebensgeschichte Cuviers*, hrsg. von L. STIEDA, S. 102 (Braunschweig 1897).

¹ Italienische Reise, 17. Mai 1787.
² GOETHE'S Werke, Weimarer Ausgabe II. Abt. 13, S. 119.
³ Italienische Reise, 17. Mai 1787.
⁴ d'ARCY W. THOMPSON, *On Growth and Form* (Cambridge 1917). Zitiert nach L. VON BERTALANFFY, Theoretische Biologie, Bd. 2, S. 293 (Berlin 1942). Siehe auch W. TROLL, *Die Stiel-Spreiten-Relation als Ausdruck des Prinzips der variablen Proportionen*, Die Naturwissenschaften 38, 333 (1949).

GOETHE fußend – zu der Erkenntnis gelangt, daß «die gestaltliche Verschiedenheit typisch ähnlicher Organismen letzten Endes auf einfachen Größenunterschieden beruht. Da aber Größenunterschiede sich stets auf solche des Wachstums zurückführen lassen, die erst im Verlauf der Entwicklung zur Auswirkung gelangen, so folgt daraus, daß die typische Ähnlichkeit auf dem Embryonalstadium deutlicher hervortreten muß als im erwachsenen Zustand.» «Indem es also im Verlauf der Entwicklung zu einer *Verschiebung der Wachstumsproportionen* kommt, da einzelne Teile der Anlage im Wachstum zurückbleiben und andere eine Förderung erfahren oder wohl gar exzessiv sich entwickeln, ändert sich zwar nichts am typischen Bau, wohl aber ist damit die Möglichkeit zur Hervorbringung einer schier unendlichen Formenmannigfaltigkeit in der Einheit des Typus gegeben. Und so ist es denn der *Sinn morphologischer Untersuchungen* überhaupt, die Vielgestaltigkeit, sei es einer ganzen Organismengruppe oder einzelner Organe, so weit zu erklären, daß sie *aus quantitativen Schwankungen um einen Typus als beherrschendem Bauprinzip sich ableiten läßt*.¹»

Das GOETHESCHE Theorem ist von so weitreichender Bedeutung, daß ihm der Rang eines Grundsatzes gebührt. Ich habe es deshalb neuerdings das *Prinzip der variablen Proportionen* genannt². In allgemeiner Form läßt es sich folgendermaßen ausdrücken: *Die Mannigfaltigkeit bauplangleicher Organismen beruht auf bloßer Verschiedenheit des Größenverhältnisses, in dem die Glieder zueinander stehen*. Natürlich gilt Gleiches für die einzelnen Organe, wofür sich sowohl aus dem Tier- wie aus dem Pflanzenreich Beispiele in beliebiger Zahl anführen ließen. Damit haben wir nochmals zum Ausdruck gebracht, daß mit dem auf die Idee der Urbildlichkeit gegründeten Prinzip der variablen Proportionen der allgemeinste Grundsatz der organischen Morphologie erfaßt ist.

V.

Wir haben einleitend die große Bedeutung hervorgehoben, die der Bauplanlehre für die Klärung des *Begriffes der natürlichen Verwandtschaft* zukam. Merkwürdigerweise aber sind GOETHE diese Zusammenhänge verschlossen geblieben. So äußert er: «*Natürlich System*, ein widersprechender Ausdruck. – Die Natur hat kein System, sie hat, sie ist Leben und Folge aus einem unbekannten Zentrum, zu einer nicht erkennbaren Grenze. Naturbetrachtung ist daher endlos, man mag ins einzelne teilend verfahren, oder im ganzen, nach Breite und Höhe, die Spur verfolgen» (S. 221).

Freilich waren ihm die Fortschritte, die die systematische Forschung namentlich auf botanischem Gebiet seit LINNÉ gemacht hatte, nicht unbekannt. Während «LINNÉ ein Alphabet der Pflanzengestalten ausbildet und uns ein bequem zu benutzendes Verzeichnis hinterlassen», haben «die JUSSIEU das große Ganze schon naturgemäßer aufgestellt» (S. 223). Des jüngeren JUSSIEUS Verdienst war es ja vor allem, jene Verwandtschaftsgruppen, die man nachher Familien genannt hat, durch entsprechende Diagnosen charakterisiert zu haben. Der daraus erwachsene Vorteil war auch GOETHE bewußt geworden. Denn er bemerkt ausdrücklich, daß ihm «die Verhältnisse der Pflanzenfamilien nach und nach sehr wichtig geworden» waren und «*USTERIS Aus-*

gabe des JUSSIEUSCHEN Werkes gar wohl zustatten» gekommen sei (S. 238). Allein alle Versuche zu systematisieren und (wie er bezeichnenderweise hinzufügt) zu schematisieren, schienen ihm dem «*Werdenden und sich Verwandelnden*»¹ der organischen Formenwelt zu widersprechen. «Unsere ganze Aufmerksamkeit», so meint er, müsse «darauf gerichtet sein, der Natur ihr Verfahren abzulauschen, damit wir sie durch zwingende Vorschriften nicht widerspenstig machen» (S. 222). Damit war aber gerade das Wesen der natürlichen Systematik verkannt, die für das System doch nur GOETHEs eigene große Typuskonzeption fruchtbar zu machen bestrebt war.

Was war wohl der Grund für diese offenbar doch recht tiefreichenden Schwierigkeiten? Wir gehen kaum fehl mit der Auffassung, daß zweierlei in Betracht kommt: einerseits die illegitime Ausweitung des Typusbegriffes und andererseits die Überspitzung des Metamorphosengedankens.

Was den Typusbegriff anlangt, so hat ihn GOETHE am Beispiel der Wirbeltiere entwickelt; er trug sich jedoch mit dem Gedanken, ihn auch auf die sog. niederen Tiere, vor allem die Insekten, auszudehnen, in der Meinung, es müsse «sich dieses Bild, wenn wir bei dessen Konstruktion die ganze Natur zu Rate ziehen, künftighin rückwärts dergestalt modifizieren» lassen, «daß auch die Bilder unvollkommener Geschöpfe daraus (als dem Urbild, Tr.) herzuleiten sind» (S. 316). In solchen Anschauungen steht er im übrigen nicht allein. Es braucht nur an VICQ D'AZYR oder an GEOFFROY DE SAINT-HILAIRE erinnert zu werden, welch letzterer den Versuch unternahm, die Sepien (Tintenfische) mit den Wirbeltieren in typologische Beziehungen zu bringen. Er hat sich dabei bekanntlich die entschiedene Gegnerschaft CUVIERS zugezogen, der überhaupt jenen Tendenzen, den Wirbeltiertypus in der besagten unzulässigen Weise auszuweiten, entgegentrat und die Auffassung begründete, daß die die großen Verwandtschaftsgruppen des Tierreiches kennzeichnenden Baupläne untereinander keinen morphologischen Konnex zeigen.

Gegen die Überspitzung des Metamorphosengedankens hat GOETHE selbst Bedenken geäußert, wenn er ihn als eine «höchst gefährliche Gabe» bezeichnet und fortfährt: er «führt ins Formlose, zerstört das Wissen, löst es auf» (S. 221). Diese Bemerkung findet sich just in jener kurzen Abhandlung, worin er zur Frage des natürlichen Systems Stellung nimmt. Sie verrät ein Wissen darum, daß die Formenmannigfaltigkeit der Organismen nicht unter dem Bilde eines Kontinuums verstanden werden kann, daß vielmehr bei aller «*Mobilität und Biegsamkeit*» (S. 201) der Formen das Tier- und Pflanzenreich einen gestuften Aufbau besitze, gestuft nach Verwandtschaftsgruppen verschiedenen Ranges, deren jede einen besonderen Bauplan repräsentiert. In der Systematik spricht man von Kategorien. Eigentlich handelt es sich um eine enkaptische Struktur, darum also, daß die höheren Kategorien in sich solche von niedrigerem Range ausgliedern, deren Bauplan jeweils als Besonderung des übergeordneten Bauprinzipes erscheint.

Über dieser enkaptischen Gradation darf aber die «*Filiation*» (S. 44), das die Einzelformen Verbindende, nicht vergessen werden, auf das GOETHEs Aufmerksamkeit vorzüglich gerichtet war. Als sein historisches Verdienst ist es, darüber hinaus anzusehen, daß er mit seiner Metamorphosenlehre der Neigung der älteren Biologen, jede organische Form als ein fertiges, gleichsam auskristallisiertes Naturprodukt zu betrachten,

¹ W. TROLL, Vergleichende Morphologie der höheren Pflanzen. 1. Bd. Vegetationsorgane, 1. Teil, S. 12 (Berlin 1937).

² W. TROLL, *Allgemeine Botanik*, Ein Lehrbuch auf vergleichend-biologischer Grundlage, S. 43 (Stuttgart 1948).

¹ Gespräche mit Eckermann, 13. Februar 1829.

entgegenwirkte und so die Voraussetzungen für die großen Fortschritte schuf, welche die biomorphologische Forschung mit Einschluß der Systematik weiterhin erzielen konnte.

Résumé

Le problème centrale de la morphologie organique est la question de l'unité de type (= unité de plan). C'est GOETHE qui la fonda comme la doctrine de type. En même temps, GOETHE a formulé le principe le plus général qui domine les relations entre le type et les formes singulières qui lui appartiennent: le principe des proportions variables. L'explication moderne est la suivante: la variété d'organismes de la même construction ne se base que sur la seule différence de la proportion de grandeur, dans laquelle se trouvent les membres entre eux.

Mineralogie und Geologie in Goethes Leben und Werk¹

VON ERNST BAIER²

Im Vergleich mit dem Umfang und der Geschlossenheit der Farbenlehre und der großen, genialen Konzeption der «Morphologie» nehmen Geologie und Mineralogie nur einen ziemlich bescheidenen Raum und eine weniger zentrale Stellung in GOETHES naturwissenschaftlichem Werke ein. Das Fragmentarische und Beiläufige des schriftlichen Niederschlags darf aber nicht darüber hinwegtäuschen, daß die Beziehungen GOETHES gerade zu diesen Wissenschaften besonders eng waren und daß ihm hier die Entfaltung einer, wenn auch von Enttäuschungen nicht ungetrübten, im Ganzen aber doch glücklichen Wirksamkeit vergönnt war. Fast aus jeder der anspruchslosen geologischen Notizen, die wir in Reiseschilderungen und Tagebuchblättern reichlich eingestreut finden, spricht die Befriedigung, mit der er seinen Studien oblag und viele der gewonnenen Einsichten wurden ihm zur Stütze seines naturwissenschaftlichen Weltbildes, ja zu Offenbarungen. Und er preist dankbar das ihm von der geologischen Seite willfahrene Heil.

Freilich fehlt es auch auf unserem Gebiet im Rahmen zusammenfassender Interpretationen nicht an temperamentvollen Auseinandersetzungen mit andersartigen Meinungen, doch sind sie hier fast stets frei von polemischer Schärfe. Insbesondere wird versucht, den Standpunkt des Gegners zu erkennen und auch seiner Denkweise nach Möglichkeit gerecht zu werden.

Nicht allein GOETHES bedeutende Verdienste auf mineralogisch-geologischem Gebiet zu würdigen und einen Eindruck seiner Vorstellungen und Deutungen zu geben will diese Schrift versuchen, sondern sie will auch versuchen, aus den besonderen Verhältnissen zu erklären, warum sich uns gerade hier sein Wirken unverdüstert durch einschneidende Mißverständnisse und frei von Übersteigerungen darbietet, als unverzerrtes Spiegelbild seiner harmonischen großen Persönlichkeit.

GOETHES Beziehungen zur Mineralogie und Geologie waren keineswegs nur platonischer Natur. Seine Weimarer Amtspflichten brachten ihn mit Bergbaufragen in engste Berührung. Ein besonderes Anliegen war ihm

die Wiederaufnahme des seiner Meinung nach nur durch Mißwirtschaft zum Erliegen gekommenen, ehemals blühendem Ilmenauer Erzbergbaus. In einer ausführlichen Denkschrift und mehreren Abhandlungen wurde sie von ihm angeregt und vorbereitet. Wir sehen ihn mit Gutachten über geologische Lagerung und Höflichkeit befaßt. Die bergrechtliche, politische und finanztechnische Lage war infolge alter Besitzanteile und Forderungen und der ganzen Kleinstaaterei kraus und gab harte Nüsse zu knacken, bevor mit dem Abteufen des neuen Schachtes begonnen werden konnte. GOETHE selbst eröffnet (1784) in feierlicher Ansprache die Arbeiten. Jahrelang galt dann dem jugendzarten Unternehmen seine Sorge. Neue Probleme stellten sich in der üblichen Marschordnung ein: Wasserbewältigung, Abbaufragen, Aufbereitung und Verhüttung eines Erzes unerwarteter Zusammensetzung und nicht zuletzt und immer wieder die Geldbeschaffung mögen dem Inspirator manch schlaflose Nacht bereitet haben. In zahlreichen Sitzungen und auf Inspektionsreisen bleibt er in stetigem Gespräch mit Technikern und Wissenschaftlern aller einschlägigen Fachgebiete. Wir wissen, wie sehr die Notwendigkeit die ökonomische und technische Seite eines Fragenkomplexes bis in die letzten Konsequenzen zu berücksichtigen, uns zu nüchterner, kritischer Beurteilung der Lage und tiefstem Eindringen in die Materie zwingt. Daß GOETHE, dem bei starkem Pflichtgefühl das allgemeine Wohl und das Gedeihen des betreuten Betriebs so sehr am Herzen lag, alles Erreichbare zu seiner Information herbeizog und jeden guten Rat der Fachleute beherzigte, geht aus den überlieferten Akten zur Genüge hervor.

GOETHES Aufgeschlossenheit für die angewandten Seiten unserer Wissenschaften offenbart sich hin und wieder schon zu Zeiten, in denen seine Leidenschaft zu geologischer Betätigung noch nicht erwacht war. Der Leser von «Wahrheit und Dichtung» erinnert sich vielleicht der jugend- und lebensfrohen Reise über den brennenden Berg von Dudweiler (Saar). Die knappen Bemerkungen über die im Vorüberziehen gewonnenen Eindrücke in die Geologie, in den Kohlenbergbau und die ihm angegliederten Gewerbezweige, vor allem aber die wohlgelaunte Schilderung einer wenig florierenden Alaunsiederei und ihres schrulligen Betriebsleiters, sie wirken so gar nicht als entbehrliches gelehrtes Beiwerk, sondern wie eine Vorahnung der nachmaligen, liebevollen Versenkung in das Fachgebiet.

Auf seinen späteren Reisen ließ GOETHE die Gelegenheit zum Besuch von Bergwerken und Schmelzereien kaum je ungenutzt vorüber; er scheute auch nicht vor eigentlichen Grubenfahrten zurück und bewies damit eine damals in seinen Kreisen wohl etwas außergewöhnliche Unternehmungslust. Ganz allgemein ist er in seinem Amtsbereich auf Erschließung neuer mineralischer Rohstoffe bedacht. Er kümmert sich aber auch um Ausbildung und Beschäftigung des Nachwuchses an Fachkräften, gibt Instruktionen für prospektierende Bergbeflissene, und wir freuen uns, wenn wir unter seinen Richtlinien für die Geländepraxis manches noch heute Beherzigenswerte entdecken.

Er selbst schöpft unermüdlich aus den reinen Quellen der Natur. Immer aber sehen wir ihn bei seinen Studien auch getragen von warmer Anteilnahme an Volkswohlfahrt und Gewerbefleiß. Bodenbeschaffenheit, Hydrologie und ihre Auswirkungen auf Vegetation und landwirtschaftliche Nutzung werden beim Reisen laufend registriert; aber auch auf Pflasterung, Mauern usw. richtet er sein waches Auge und erkundigt sich nach Herkunft, Gewinnung, Kosten und Bewährung des

¹ GOETHES Schriften zur Mineralogie und Geologie bis zum Jahre 1811 findet man zusammengefaßt als Band I von GOETHE, *Die Schriften zur Naturwissenschaft* (Weimar 1947). Band II (1812–32) soll demnächst erscheinen.

² Institut für Mineralogie und Petrographie der Universität Mainz.

Materials. Großzügige Kartierungspläne bewegen ihn. Eine auf seinen Exkursionen und Reisen erworbene ungewöhnliche Mineralien- und Gesteinskenntnis wird bei der Pflege und Verwaltung der umfangreichen eigenen und berühmter öffentlicher Sammlungen noch erweitert.

Dies mag genügen, um zu zeigen, daß sich GOETHE beim Aufbau seines geologischen Gesamtbildes auf reiche Erfahrungen und vielseitig und tief verankerte Kenntnisse stützen konnte.

GOETHEs geologische Vorstellungswelt ist, wie auch sein sonstiges wissenschaftliches Werk, beherrscht vom Suchen nach allgemeinen, eine einheitliche Auffassung der Natur zulassenden Ordnungsgesetzen. Der in seinem ästhetischen Bewußtsein wurzelnde Glaube an ein überall wirksames Gestaltungsstreben, an das, einem großen Lebenszusammenhang entsprechende ewige Zusammenspiel der Kräfte, an einen steten Ablauf des Naturgeschehens ist so Voraussetzung und Leitstern für seinen Weg. Es ist reizvoll, oft bis in die letzten Einzelheiten verfolgen zu können, wie damit seine Ansichten und Ausdeutungen von vornherein bestimmt sind.

Tumultuarische Theorien werden verabscheut. Es ist so leicht zu verstehen, daß GOETHE von den beiden zu seiner Zeit sich bekämpfenden großen Theorien der Petrogenese der neptunistischen sich zuneigen mußte. Die «Polterkammer»-Vorstellungen der Vulkanisten verdrießen ihn gewaltig; er vermag nicht an das «Heben und Drängen, Aufwälzen und Quetschen, Schleudern und Schmeißen» zu glauben.

Die Annahme außenbürtiger, mechanischer Kräfte erscheint ihm willkürlich und als billiger Kniff, so recht als Operieren mit einem *Deus ex machina*. Solche Kräfte sind ja außerdem ganz unproduktiv; sie vermögen aus sich selbst nichts Neues zu gebären, nur schon Bestehendes zu verlagern oder zu zerstören. Er verlegt die Ursache des Werdens und Wandels in die Dinge selbst.

So ist es ihm angemessen, sich auch die Erde als selbstständiges Wesen mit eigenem Entwicklungstrieb vorzustellen, in Ebbe und Flut, in den Luftdruckschwankungen ihr sanftes Atmen zu spüren. In manch unverkennbarer Regelmäßigkeit der Absonderungsflächen, Klüfte und Gänge des Granits, der Spalten der Gletscher, in den Besonderheiten des Korngefüges, in der Gleichmäßigkeit der Gesteinsfolgen, überall sieht er das Walten ordnender und formender Faktoren.

Zur Stützung, Verfeinerung und erweiterter Anwendbarkeit seiner Vorstellungen wandelt GOETHE verschlungene Pfade. So bringt er die Beobachtung, daß bei der Kristallisation von Quecksilber die das Reagenzglas haltende Hand ein leichtes Zucken verspüre, mit den bekannten CHLADNischen Klangfiguren und den von der äußeren Gestalt des Versuchskörpers abhängigen Doppelbrechungserscheinungen abgeschreckter Gläser in Zusammenhang. So wie er im letzteren Falle eine, an sich nur vorüberfliegende, hier aber gleichsam eingefrorene Gestaltung vor sich zu haben glaubt, so deutet er nun eine Reihe sich seinen Vorstellungen sonst nicht fügender Störungen des normalen Gefüges (Trümmerachat, Ruinenmarmor, feine verworfene Kluftsysteme) als durch die Verfestigung ausgelöste, durch sie auch fixierte, von gestaltenden Gesetzen beherrschte Phänomene. Dies nur um einen kleinen Einblick in die GOETHEschen Gedankengänge zu geben.

Chemischer Betrachtung gibt sich GOETHE gerne hin. Denn dabei darf er – anders als in der Mechanik, die Qualitäten nicht kennt – von Reinem und Unreinem, von Fremdem und Verwandtem, von Zuneigung und Ab-

neigung sprechen. So hofft er auf die Zeit, in der eine «chemisch-dynamische» die rohe mechanistische Auffassung ganz werde verdrängt haben. Im gewaltigen, aber in majestätischer Ruhe verlaufenden Akt der Verfestigung finden und scheiden sich die Elemente in lebendigem Spiel und der Stoff gewinnt Gestalt. So bildet sich das Gefüge im Kleinsten wie im Großen. Nachträgliche Störungen durch vulkanische oder gebirgsbildende Kräfte kämen der sinnlosen Zerstörung eines *organisch* Gewordenen gleich, und die Erde, die schöne Heimat der Menschheit, wäre in Wirklichkeit ein nur oberflächlich verhashtes Trümmerfeld, ein Wrack. In seiner Ablehnung mechanischer Kräfte geht GOETHE so weit, selbst Bildungen, die so sehr den Stempel des Gewaltigen tragen, wie Brekzien und Konglomerate (z. B. die alpine Nagelfluh) ihres wahren Charakters zu entkleiden, wo immer sich ihm eine Handhabe zu bieten scheint.

GOETHEs Glaube an eine sinnvolle geordnete Welt spielt so für sein geologisches Forschen gleichsam die Rolle einer seinem Suchen die Richtungweisenden Arbeitshypothese. Sie ist in ihrer großen Allgemeinheit für ihn von universaler Anwendbarkeit, allerdings leider nicht von universaler Fruchtbarkeit. In günstigen Fällen kommt er aber bei seinem im übrigen vorurteilsfreien Denken, seiner reichen, aber gezügelten Phantasie und seiner ungewöhnlichen Beobachtungsgabe zu Ansichten und Erklärungen, mit denen er seiner Zeit weit voraus-eilt.

So widerspricht ihm begreiflicherweise die Auffassung erratischer Blöcke am Genfer See als Schleuderprodukte und Zeugen schwerer urweltlicher Revolutionen und er erklärt sie als verfrachtet durch ehemalige weit ausgreifende Gletscher einer kälteren Erdperiode. Auch für die Granitindlinge der norddeutschen Tiefebene rechnet er mit der Möglichkeit einer ähnlichen Erklärung durch Transport aus dem skandinavischen Norden (wissenschaftlich begründet wurde die Eiszeitlehre erst 1837 von L. AGASSIZ).

Er lenkt, wie wir sahen, die allgemeine Aufmerksamkeit auf die Regelmäßigkeit granitischer Kluft- und Absonderungssysteme und versenkt sich selbst tief in diesen erst in den letzten Jahrzehnten wieder höchst aktuell gewordenen Erscheinungskomplex. Dabei sieht er außerdem klar die Auswirkung dieser Regelmäßigkeit auf Verwitterungsverlauf und Fels- und Bergformen, also das, was wir gemäß der heutigen Auffassung als «Zusammenhang zwischen Tektonik und Morphologie» bezeichnen.

Die Begegnung mit Fossilien auf dem Baschberg bei Buchweiler (Elsaß, 1770) war wohl das erste große, immer wach bleibende und seine Phantasie beflügelnde geologische Erlebnis des jungen GOETHE. Daß er es empört ablehnt, entsprechend einer damals noch oft vertretenen Erklärung diese unverkennbaren Dokumente einer vorweltlichen Tierwelt als sinnlose Spielereien der Natur abzutun, liegt in der allgemeinen Richtung seines Denkens. Frühzeitig ahnt er aber auch ihren Wert als Marksteine für ein Ordnen und Vergleichen der verschiedenen Ablagerungen.

Manche Verehrer GOETHEs, des Naturforschers, mögen glauben, es müsse genügen, auf solche später sich bewährenden Erklärungsversuche, auf solch frühzeitiges Anschneiden wichtiger Probleme hinzuweisen, um seine wissenschaftlichen Verdienste vor aller Augen in hellem Lichte erstrahlen zu lassen. Es ist aber zu befürchten, daß all diejenigen damit wenig zu überzeugen sind, welche gewohnt sind, des strengen Maßstabs der Physik sich bedienend, nur der Priorität *zwingend* dargebotener *Erkenntnisse* Gewicht beizulegen, nicht aber der von

Ansichten und Erklärungen – wenn schon nach Prioritäten gewertet werden soll. Am allerwenigsten wird aber wohl der zu gewinnen sein, der aus dem physikalischen Lager kommend GOETHE Gedankengängen und Argumentationen im einzelnen nachzugehen versucht hat. Er wird darauf hinweisen, daß es in der Wissenschaft um *allgemeingültige Erkenntnisse* und nicht um *ideenhafte Erlebnisse* gehe, und er wird sich beklagen, daß man bei GOETHE, selbst wenn es einem gelänge, ihm durch ein wirres Gestrüpp aus Spekulation und Empirie zu folgen, am Ende meist doch nur vor Bildern stehe, vor *Bildern, Symbolen, Gleichnissen*. Dem ist allerdings kaum zu widersprechen. Man wird sich im Gegenteil damit abfinden müssen, daß der, welcher sich allein aus der Ermittlung experimentell verifizierbarer Gesetze und Theorien eine Förderung unserer Naturerkenntnis erhofft, GOETHE Betrachtungsweise unmöglich als fruchtbringend zu betrachten vermag.

Mineralogie, Petrologie, Geologie sind nun auch reich an nur mit den Methoden der Physik angehbaren Fragestellungen und es war unvermeidlich, daß GOETHE sich auch auf diesen Gebieten fortwährend in solche verstrickte. Der *Mineraloge* wie auch der *Geologe* empfindet also die oben angedeuteten Mängel ebenfalls, aber doch mit von Fall zu Fall sehr unterschiedlichem Gewicht. Er wendet sich ja einem bestimmten Ausschnitt des Naturganzen (im ganzen gesehen der Erdkruste) zu und betrachtet dieses *Vorgegebene* so, wie es nun einmal ist. In der zunächst verwirrenden Mannigfaltigkeit versucht er Ordnung und Gesetzmäßigkeit aufzuzeigen, sucht nach über- und untergeordneten Einheiten, unterscheidet vergleichend Gleichartiges und Verschiedenartiges und ordnet nach dem Grade der Übereinstimmung. Er studiert die Beziehungen der Teile zueinander und zum Ganzen. Sinnvoll abgrenzend erkennt er Formen, Gestalten; rückblickend versucht er, aus ihnen Geschichte abzulesen. So gelangt er zu bildhaften Vorstellungen; die von ihm ermittelten Gesetzmäßigkeiten sind Gesetze der Gestalt, des Gefüges und Gesetze des Werdens, der Entwicklung. Seine Methode ist hierbei also *komparativ* und *morphologisch*. Und damit ist er GOETHE nahe, dessen Betrachtungsweise ja ganz vom Gestalterlebnis genährt wird. Der Mineraloge und Geologe wird daher im sicheren Bewußtsein, daß seinen eigenen Bildern nicht minder als dem Aufzeigen kausaler Zusammenhänge ein Erkenntniswert zukommt, den GOETHEschen Gedankengängen, im ganzen wie im einzelnen, eher gerecht werden können, und er wird auch in GOETHEs im wesentlichen auf reiner Anschauung beruhenden Erklärungsversuchen – sofern sie späteren Nachweisen vorgriffen – nicht unbesehen bloße *Zufallstreffer* vermuten. Mehr noch aber als durch seine doch zeitgebundenen Entdeckungen und Anregungen wird GOETHE für ihn von Bedeutung als nie verstummender Mahner durch seinen Aufruf zu *ganzheitlichem Sehen*.

GOETHEs eigene Einstellung zur Welt der Fachgelehrten war in den einzelnen Wissenschaften ganz verschieden. Die Physik hatte ihren Weg schon lange vor seiner Zeit gefunden und seither mit Aufsehen erregenden Erfolg unbeeinträchtigt eingehalten. Dieser Weg war für ihn nicht gangbar. Die Denkweise der klassischen Mechanik war der seinigen an sich zuwider. Die Schärfe und fast naiv und überheblich wirkende Sicherheit in seiner Stellungnahme hat aber besondere Gründe: In Wirklichkeit mit physiologisch-psychologischen Problemen befaßt, wähnt er sich mit der Physik auf gleichem Boden. Da er in der *Empfindung* «Weiß» beim besten Willen nichts Zusammengesetztes entdecken kann, glaubt er sich NEWTON gegenüber, der seiner Mei-

nung nach das Gegenteil beweisen will, in der Grundfrage mit *Evidenz* im Recht. Daß NEWTON auch im einzelnen grundsätzlich zu falschem Ergebnis kommen muß, leuchtet ihm ebenfalls ohne weiteres ein, denn bei seinen schikanösen Experimenten quält dieser ja die Phänomene derart, daß sie ihm gar nicht ihr wahres Wesen enthüllen können. Bei der unerschütterlichen Geltung des NEWTONschen Gebäudes in der gelehrten Welt wurde ihm damit aber auch die ganze Physikerschaft äußerst suspekt, samt ihren mathematisch unterbauten Theorien, ihren unsympathischen Begriffen und Methoden, ihren aus dem Zusammenhang mit dem Ganzen gelösten Experimenten, d. h. ihrem Vergewaltigen der schönen Phänomene in «düstern, empirisch-mechanisch-dogmatischen Marterkammern».

Ganz anders auf mineralogisch-geologischem Gebiet. Hier stellt sich auch ihm selbst der Gegenstand der Forschung äußerst unübersichtlich und verwickelt dar. Hier steht er nicht unmittelbar vor den «Urphänomenen», hier sind die Ideen der Gestaltung noch nicht so rein verwirklicht. Hier ist er kein Begnadeter, der sieht, wo andere blind bleiben; hier ist er ein Sucher unter Suchenden. GOETHE ist keineswegs kritiklos. Mag sein Wunsch auch groß sein, seine Ideen bestätigt zu finden, hier kann ihm nicht entgehen: nicht alles will sich reimen.

Umgekehrt kann aber auch von dieser Seite her sein Gedankengebäude durch gegensätzliche Meinungen nicht so grausam und unmittelbar im Fundament bedroht werden. Infolge der komplexen Natur der Forschungsobjekte können sich bei der Unmöglichkeit direkter experimenteller Überprüfung widersprechende Meinungen lange gegeneinander behaupten. In hinhaltendem Kampfe verschieben sich bei immer tieferer Durchdringung langsam die Fronten, und häufig kommt es am Ende nicht zu einer Entscheidung, sondern nur zu einem Angleichen. GOETHE bezweifelt einmal erbost die Berechtigung, sich auf «allgemeine Übereinstimmung der Forscher» zu berufen. Auf unserem Gebiet konnte tatsächlich wohl in keiner einzigen Frage von einer solchen die Rede sein – sehr im Gegensatz zur Physik. Man darf auch nicht vergessen, daß zu GOETHEs Zeiten Mineralogie und Geologie als Wissenschaften sich gerade erst zu entfalten begannen; diese «Rückständigkeit» ergibt sich zwangsläufig daraus, daß ein gewissener gehobener Entwicklungsstand der Grundlagenwissenschaften für die Inangriffnahme ihrer Probleme überhaupt Voraussetzung war.

Ziehen wir dies alles in Betracht, so verstehen wir, warum GOETHE uns aus seinen mineralogisch-geologischen Schriften als ein ganz anderer entgegentritt als etwa aus dem polemischen Teil der Farbenlehre: er erscheint hier ungeharnischt, frei von Unsachlichkeit, Reizbarkeit und Schärfe, in der Verkündigung seiner eigenen Deutungen zwar meist überzeugt und hochgestimmt, aber ohne einen wohl auch seinen biologischen Schriften nicht ganz fremden Hang zur Übersteigerung. Leidenschaftlich eigentlich nur in der Verteidigung seines Rechts auf eine eigene Denkweise und in der Ablehnung ihm gar zu chaotisch erscheinender Theorien ist er in Spezialfragen zu taktvollem Übergehen der abwegigen gegnerischen Meinungen geneigt. Zwischen den extremsten Richtungen sucht er zu vermitteln, macht «Vorschläge zur Güte», steckt aber auch selbst seine Pfähle da und dort resignierend zurück. Im übrigen kennt er seine Grenzen. So spürt er hart, daß er in vielem ohne chemische Kenntnisse an der Oberfläche bleibt. Um so weniger war er aber in Gefahr, die Überlegenheit des Fachmanns zu unterschätzen.

Jedenfalls war GOETHE in der Geologie und Mineralogie kein Alleinstehender. Hier hatte er auch nicht das Gefühl, einer hochmütigen Akademikerclique gegenüber zu stehen, die dem querulierenden Phantasten von der hohen Warte ihrer experimentellen Sicherheit herab achselzuckend bedeutet, es sei alles schon allgemeinverbindlich erklärt und man bedürfe seiner nicht mehr: Gestützt auf eine beträchtliche Erfahrung und auf ein von niemanden angezweifelter Wissen durfte er sich bei seiner sonstigen ungeheuren Autorität in gleichberechtigter Aussprache mit den hervorragendsten Fachleuten am Austausch der Meinungen beteiligen.

Was GOETHE, auch auf mineralogisch-geologischem Gebiet, seiner Zeit an positiven Erkenntnissen und wertvollen Impulsen gegeben hat, wollen wir nicht gering einschätzen. Es darf noch heute großes historisches Interesse beanspruchen. Wollten wir aber den wahren Ertrag seines Schaffens als Naturforscher darnach ermessen, begingen wir dennoch eine schwere Fehlschätzung. In seinem Bestreben, sich über den Zuständigkeitsbereich des *Verstandes* zu erheben, überschreitet er bewußt die nach der heutigen Auffassung der wissenschaftlichen Betrachtungsweise gezogenen Schranken. Ausgehend von den beglückenden Erscheinungen der Natur lenkt er unseren Blick in geistige Gefilde. So aber nur war die Befruchtung und innige Durchdringung seiner dichterischen Werke durch seine forschend gewonnenen Einsichten möglich. Im künstlerischen Miterleben ist es uns erst vergönnt, ihrer voll teilhaftig zu werden.

Summary

The roots of GOETHE's mineralogical and geological studies reach down to his administrative work at Weimar, which brought him in touch with many practical questions of the State's mining industry. Of his intense interest in these studies and the wide range of his knowledge and experience gained in time we have the evidence of innumerable passages in his travel notes and diary entries.

GOETHE's ideological conception of geological phenomena is dominated by his belief in an all-pervading creative force—which itself is bound up with his æsthetic views—and in the working of a universal law of order corresponding to a uniform interpretation of nature. He shows a strong leaning towards finding everywhere justification for his ideas, and the general line of his explanations of visible facts and of his subsequent reasoning is mostly fixed in advance. To make use of the ways and methods of thinking set in motion by an already then highly developed physical science did not enter GOETHE's mind.

Our aim is to prove that, due to the peculiar character of geology and mineralogy and to his former dealing with practical questions involving critical considerations, GOETHE nevertheless was able to attain perfectly satisfactory and successful results in this sphere, free from glaring inconsistencies. One should, however, avoid the danger of either underrating or overvaluing the naturally time-bound type of any thus gained new positive experience or inspiration. It is our settled conviction that the richest fruits of GOETHE's thoroughgoing study of nature fell to his poetical work which reaped the harvest of its forthcoming ideas in the form of an all-present new stimulation.

Zur Goetheschen Farbenlehre

Von U. EBBECKE, Bonn¹

«Zum Sehen geboren, zum Schauen bestellt», wie es im Liede des Türmers heißt, so war das GOETHESCHE Auge weltoffen den Erscheinungen zugewandt, der Beobachtung der Phänomene hingegeben, – «man suche nichts *hinter* den Phänomenen» –, die er mit der ganzen Kraft seines Erlebens in sich aufnahm, mit der ungeheuren Schärfe seines Gedächtnisses festhielt und mit der Macht seines Gestaltungswillens ordnend und formend bewältigte. Weil er im einzelnen das Ganze, in der Mannigfaltigkeit das Typische, im Vergänglichen das Unvergängliche sah, war ihm Anschauung und Anschaulichkeit innerstes Bedürfnis, war ihm das Gesehene die Offenbarung, die er mit dem Blick des Sehers erfaßte, im Verkehr mit den Menschen und im Verkehr mit der Natur, so wie vom Gesehenen, Erlebten und Er-littenen auszusagen seine Gabe war. Mit der gleichen Einheitlichkeit seines Wesens war er Dichter und Naturforscher.

Als sich GOETHE und SCHILLER auf dem Heimweg von einem Vortrag der naturhistorischen Gesellschaft in Jena trafen, beide nicht ganz zufrieden mit der zerstückelnden Betrachtungsweise, und GOETHE zum Gegenbeispiel dem Jüngeren seine «Urpflanze» auseinandersetzte, die ihn damals mit dem Gedanken der Metamorphose beschäftigte, nannte SCHILLER das eine Idee, was GOETHE eine Anschauung nannte, und das lebhaftes Gespräch, das sich anschloß, knüpfte, nach langen Jahren entfremdender Zurückhaltung, das enge Band der Freundschaft, die beiden so wertvoll wurde. GOETHE hatte die Urpflanze «gesehen», als er in Italien, in Padua vor einer Fächerpalme stand, so wie er im Sande des Lidos von Venedig das Skelett des Schafschädels und mit der Erleuchtung des Augen-Blicks die Umwandlung der Wirbelknochen zur Erweiterung der Schädelhöhle vor sich sah und wie er in der feinen Naht, die auch beim Menschen noch den Zwischenkieferknochen vom Oberkiefer abgrenzt seinen Grundgedanken der langsam stetig schaffenden Umbildung in der Natur wiederfand. Mit derselben Inspiration erfaßte er auch sein Prismenerlebnis, den ersten Blick durch ein Prisma auf die bunten Ränder eines weißen Streifens auf dunklem Grunde, eines schwarzen Streifens auf weißem Grunde.

Weil er seinen Augen und seiner eigenen unmittelbaren Anschauung traute und soviel verdankte, viel mehr als den «Hebeln und Schrauben», zogen ihn die Phänomene des Lichts und der bunten Farben mit einer sich über Jahrzehnte erstreckenden Anziehungskraft an und stieß ihn die physikalische Behandlungsweise ab. Er weigerte sich, die NEWTONSche Lehre anzuerkennen, die ihm das weiße Licht in viele farbige Strahlen zerzupfte und aus dem unzweifelhaft erschaute lebendigen Eindruck ein Zahlenspiel, ein Rechenkunststück, eine mathematische Formel machte. Dieses «ekelhafte NEWTONSche Weiß»! Dem stellte er seine eigene selbständige Auffassung gegenüber: Wie kann das Weiß etwas anderes sein als das Einfachste, Einheitlichste, das es gibt?, und verteidigte seine Auffassung mit einer ihm sonst fremden und fernliegenden Heftigkeit, ja Grobheit der Ausdrücke um so leidenschaftlicher, je weniger er, zu seinem großen Schmerz, bei den Fachgenossen Anerkennung fand. Denn seine Schriften zur Farbenlehre standen ihm gleich hoch und sogar, in Betracht des darauf verwendeten Fleißes, höher als seine

¹ Physiologisches Institut der Universität Bonn.

Dichtwerke. Eine Ablehnung seiner Farbenarbeiten galt ihm als gegen ihn selbst gerichtet. Aber ob man seiner Größe die unbürgerliche Ehe oder die Haltung in den Napoleonischen Kriegen zugute hielt, die gegen die physikalische Erkenntnis gerichteten Angriffe konnte die Physik nicht widerspruchlos hinnehmen. Bis in die HEGELSche Zeit hinein hatte die Physik der GOETHEschen Autorität gegenüber im allgemeinen Urteil einen schweren Stand. Seither hat der Siegeszug von Physik, Chemie und Technik, der das Bild des alltäglichen Lebens umgestaltet hat, das Vertrauen in die Sicherheit der naturwissenschaftlichen Methoden zur Genüge gekräftigt, es ist nicht mehr nötig, die Physik zu verteidigen. Aber wie kam GOETHE zu seinem Irrtum und wie konnte er darin beharren? Worin hatte er dann doch recht und was kann uns dieser Streit noch heute lehren?

GOETHE, der alle Erscheinungen auf den Menschen, auf menschliches Fühlen und Erleben bezog, der sich mit dichterischer Einfühlung selbst als Kind der Natur und die Natur in seinem Herzen fühlte, dem die Sonne das Auge des Himmels und das Menschaugen sonnenhaft war und der mit einer dem SPINOZA-Geist verwandten philosophischen Haltung von der Einheitlichkeit des Naturgeschehens überzeugt war, mochte sich nicht zu einem Glauben bekennen, der ihm die schöne Welt zerstörte oder zu zerstören schien. Wie oft hat er in seinen Dichtungen die Naturstimmungen geschildert und uns zu sehen gelehrt! Vom Menschen und vom Leben mußte er ausgehen und nicht von dem, was in der Dunkelkammer mit all den künstlichen Vorrichtungen zum Vorschein kam. Von der Harzwanderung am Abend zurückkehrend, sieht er das Spiel der Farben und farbigen Schatten und beschreibt es mit genauer Sorgfalt. Er lebte auf, als ihn in Italien, in Rom und noch mehr in Neapel, die Macht der südlichen Sonne, die volle Leuchtkraft der südlichen Farben umflutete, und hatte Mühe, sich in das Grau des kimmerisch nebligen Nordens zurückzufinden. Von der «sinnlich-sittlichen Wirkung der Farben» her, von den Kunstwerken der Malerei her, bemüht, Regeln des Kunstschaffens und der Kunstwirkung auch in der ihm am schwersten zugänglichen Wirkung des Kolorits herauszufinden, kam er, wie er selbst berichtet, zur Beschäftigung mit der Farbenlehre. Von seinem Prismenerlebnis berichtet er genau. Ein ausgelehenes Prisma hatte unbenutzt und halb vergessen bei ihm geruht und sollte nach mehreren Mahnungen abgeholt werden. Indem er nun einen Blick durch das Prisma gegen eine weiße Wand wirft, sieht er statt des erwarteten Farbenbandes eine weiße Fläche, die nur an ihren beiden Seiten, wo das Helle an das Dunkle grenzt, von gegensätzlichen Farben Rot und Grün umsäumt ist. Er meint, eine neue Beobachtung gemacht zu haben, und obgleich ihm die zuständigen Physiker übereinstimmend versichern, daß die Erscheinung bekannt und erklärt sei, und ihm die Erklärung geben, dünkt ihn seine eigene Erklärung schöner und einfacher. Für ihn gibt es nur ein einziges Licht, das beim Durchgang durch eine «trübe Helle» eine Veränderung zum Schattigen erleidet, zum Gelben und Roten hin, wenn das Licht hinter dem schwach getrübbten Medium steht, und zum Blauen hin, wenn die Dunkelheit, das Schwarz hinter dem Medium ist. Es ist der Gegensatz der warmen und kalten Farben, den er eindringlich erlebt. Die rote Sonne am Horizont, die blaue Farbe des Himmels und der fernen Berge, die Farbe des weißlichen Rauches, der gegen einen hellen Hintergrund gesehen gelbbraunlich, gegen einen dunklen Hintergrund bläulich erscheint, sind ihm offenkundige Beweise genug.

Die damalige Physik, die noch nicht auf Grund der Interferenzerscheinungen die Korpusteltheorie mit der HUYGENSchen Undulationstheorie vertauscht hatte, konnte diese Erscheinungen, für ihn ein Urphänomen, nicht erklären; das TYNDALL-Phänomen, die Beugung der Strahlen an kleinen suspendierten Teilchen oder an einem FRAUNHOFERSchen Gitter waren noch unbekannt, und dies genügt ihm, um das ganze Lehrgebäude der Optik zu verwerfen, obgleich er es im einzelnen nicht widerlegen kann und selber zu unwahrscheinlichen Hilfsannahmen gezwungen ist. So nimmt er an, daß der verwaschene Rand des vom Prisma entworfenen Bildes auf der einen Seite hinter, auf der andern vor dem dunklen Hintergrund liege, und behandelt das Licht, das nur für das Auge durch die vorgeschaltete Prismenbrechung verschoben wird, wie einen in der Außenwelt verschobenen Gegenstand.

Dabei sieht er wirklich eine Anzahl optischer Erscheinungen, die von der Physik her nicht verständlich sind. Dazu gehören die farbigen Schatten, die sich bei farbiger Beleuchtung, statt schwarz oder grau zu sein, im entgegengesetzten Farbton färben, die Nachbilder, die bei einem kurzen Blick in die Sonne oder blendende Helligkeit noch lange Zeit anhalten und während ihres Bestehens einen bunten Farbwechsel durchmachen können, oder die gegenfarbigen Nachbilder, wenn der Blick zu lange unbewegt auf eine Farbfläche gerichtet war. Es sind Erscheinungen, die vor ihm LEONARDO DA VINCI und OTTO V. GUERICKE und nach ihm noch eine große Reihe von Untersuchern gefesselt haben und die ihm nicht ein *ludus naturae* und kuriose Augentäuschungen, sondern der sorgfältigsten Beachtung wert sind. Der Untersuchung einiger Fälle von Farbenblindheit, die er in seiner Bekanntschaft antraf, widmet er sich mit minutiöser Vertiefung. Es ist das Gleichgewicht der Natur, zu der sie immer wieder zurückkehre im Wechsel von Systole und Diastole, Einatmen und Ausatmen, das, wie er sagt, auch hier im Sehen fordert, daß ein Licht durch ein Dunkel, ein Grün durch ein Rot ergänzt oder abgewechselt wird. Es sind Phänomene des subjektiven Sehens, die ihm als Maßstab für die Gültigkeit oder Ungültigkeit einer Farbenlehre gelten, und sie sind später besonders in der HERINGschen Farbenlehre, in der Lehre von den Gegenfarben, der Umfeld/Infeld-Wirkung, von der Wechselwirkung der Sehfeldstellen, vom Simultan- und Sukzessivkontrast ein Kernstück des physiologisch-optischen Lehrgebäudes geworden. So konnte Goethe schon damals, wenn auch nicht bei den Physikern, so doch bei den Physiologen Zustimmung finden. JOHANNES EVANGELISTA PURKINJE, dessen «Beiträge zur Physiologie des Sehens in subjektiver Hinsicht» 1825 auch heute eine Fundgrube gültiger Beobachtungen sind, widmete sein Werk ehrfurchtsvoll «Sr. Exzellenz dem Geheimen Rat VON GOETHE». JOHANNES MÜLLER, der große rheinische Physiologe, dessen Untersuchungen über die Phantastischen Gesichtserscheinungen und über die vergleichende Anatomie und Physiologie des Insektenauges und des musivischen Sehens damals erschienen und einen wesentlichen Fortschritt bedeuteten, pilgerte, ein begeisterter GOETHE-Verehrer, auf der Rückkehr von seinem ersten naturwissenschaftlichen Kongreß in Berlin, zu dem Altmeister in Weimar, mit dem er die Erscheinungen der Sinnengedächtnisbilder oder, wie sie heute heißen, der eidetischen Bilder besprach. Es läßt sich heute deutlicher als damals einsehen, weshalb die Verständigung mit der physiologischen Seite leicht gelang, mit der physikalischen Seite schwierig war.

Auf den eben genannten J. MÜLLER geht die Aufstellung des Gesetzes von der spezifischen Sinnesenergie zu-

rück, dessen Bedeutung sein großer Schüler HELMHOLTZ dem Gravitationsgesetz gleichstellte. Wie das Experiment lehrt, geht jegliche Reizung, die den Sehnerven erreicht, mag es mechanischer Stoß, Druck, Zerrung sein oder ein galvanischer Strom, der, den beiden Seiten der Stirn angelegt, den Kopf durchsetzt, oder auch der gewöhnliche «adäquate» photische Reiz, immer mit der gleichen Reaktion, der Lichtempfindung einher. Auch den chemischen Erstickungsreiz der Netzhaut, die von ihrer Blutzufuhr zeitweilig abgesperrt wird, beantwortet ein Farbenspiel. Selbst bei Ausschluß aller Strahlung, im tiefsten Dunkel sind fortgesetzt Lichterscheinungen, das «Eigenlicht» der Netzhaut, zu beobachten. Jedes Sinnesorgan antwortet auf einen Reiz mit der ihm eigenen «Sinnesenergie», so wie ein Nerv oder Muskel immer nur in die gleiche, ihm gemäße Betätigung, Erregung, Erregungswelle und Kontraktion geraten kann, ob nun ein mechanischer, thermischer, elektrischer oder osmotischer Reiz den Anstoß gab. Damit ist dann freilich auch gesagt, daß die Art der Reaktion, die durch den Reiz nur ausgelöst wird, eine Wirkung ist, die ebensosehr von den inneren Bedingungen, von der Natur des reagierenden Systems wie von den äußeren Bedingungen abhängt und daher über die Beschaffenheit des Außenvorgangs nichts unmittelbar aussagen kann, eine weittragende und dem menschlichen Denken zunächst unbequeme Folgerung. Es handelt sich um eine ganze Kette von Transformationen. So sind die Empfindungen, die die Sinnesorgane vermitteln und die zu ihrem Zustandekommen der Erregung in den Großhirnzentren bedürfen, nichts anderes als Anzeichen oder Zeichen für die sie auslösenden Außenvorgänge, sie sind Signale, Symbole. Sie haben mit den Außenvorgängen soviel Ähnlichkeit, wie es allgemein für Zeichen und Bezeichnetes erforderlich ist, nämlich gar keine. Sie genügen trotzdem zur Bezeichnung, Orientierung, Verständigung, sofern nur die Beziehung zwischen Zeichen und Bezeichnetem konsequent und eindeutig genug ist. Es geht ähnlich wie mit den sprachlichen Zeichen. Das Wort (Tisch) hat keine Ähnlichkeit mit dem Ding (Tisch), das es bezeichnet, das geschriebene Wort keine Ähnlichkeit mit dem gesprochenen Wort und können doch die richtige Mitteilung vermitteln. So viel und so wenig Ähnlichkeit besteht zwischen der Empfindung «Licht» und dem äußeren Strahlungsvorgang «Licht».

Es gibt innere Erregungskombinationen in der zentralen optischen Sinnessphäre ohne zugehörigen Außenvorgang: Visionen. Oder es tritt ein und dasselbe Zeichen für mehrere verschiedene Sachen ein, was zu Verwechslungen Anlaß gibt, wie in dem angeführten Beispiel der inadäquaten mechanischen, elektrischen, chemischen Reize, die, wenn sie unnormalerweise den Sehnerven erreichen, Lichtwirkung geben. Oder es können auch mehrere Zeichen für ein und dieselbe Sache eintreten, da jedes Sinnesorgan mit seiner Antwort den Außenvorgang in seine eigene Sprache übersetzt: eine angeschlagene Stimmgabel, mit ihrem Stiel auf die Haut oder den Knochen eines Arms aufgesetzt, gibt ein rhythmisches Schwirren und Vibrieren, auf die Stirn oder Zähne aufgesetzt einen kontinuierlichen Ton. Strahlen geben, auf die Haut auffallend, Wärme, auf das Auge fallend Licht. Solche Ereignisse können unter Umständen Sinnestäuschungen genannt werden; sie sind ein normales Funktionieren der Sinnesorgane unter ungewöhnlichen Bedingungen und sind lehrreich für die Einsicht in die normale Sinnesleistung.

Ebenso kann die Zeichengebung der Sprache zu Mißverständnissen, Irrtümern, Täuschungen Anlaß geben,

wenn es mehrere Zeichen für eine Sache gibt (verschiedene Sprachen) oder ein und dasselbe Wort mehrere Sachen, ein und derselbe Name (etwa Meier) verschiedene Personen bezeichnet. Die Wörter «Licht» oder «Schall» werden in doppelter Bedeutung gebraucht, einmal für das physikalische Agens und das andere Mal für die dadurch angeregte, ausgelöste, reagierende Empfindung. Schall ist einmal eine Erschütterung, ein Hin und Her von angestoßenen Teilchen, Longitudinalwellen, die durch frequente rhythmische Stöße abwechselnd verdichteten und verdünnten Luft. Schall ist auch der Ton, der nichts von Rhythmus, Frequenz und Intermittieren in sich hat und «natürlich» keine Ähnlichkeit mit der Luftschwingung hat. Ebenso ist Licht, die Empfindung Licht, ein Innenvorgang, der unmittelbar nichts von den Quantensprüngen der Elektronen in der Außenschale der Atome, von einer der Elektrizität gleichen Fortpflanzungsgeschwindigkeit, den Brechungs- und Beugungserscheinungen, den durch spektroskopische Analyse bis auf Ängströmeinheiten festgelegten Wellenlängen und Photonen verrät, wenn es auch mit Hilfe des Auges durch immer neu erdachte Kunstgriffe, wunderbar genug, gelungen ist, über diese Dinge mit derselben Sicherheit bestimmte Aussagen zu machen, wie wir es von den unmittelbar sichtbaren Dingen gewohnt sind. Aber noch immer bezeichnet die Sprache wie in ältesten Zeiten den Außenvorgang der Strahlung und den Innenvorgang der Helligkeits- und Farbempfindung mit ein und demselben Wort, trotzdem es immer wieder zu Verwechslungen Anlaß gibt. Die Identifizierung von Außen- und Innenvorgang ist dem menschlichen Denken und der menschlichen Sprache seit ältesten Zeiten natürlich und selbstverständlich, die Subjekt/Objekt-Verknüpfung zu eng und durch Gleichzeitigkeitsassoziation immer wieder bestätigt. So ist etwa ein Mensch geneigt, sich mit seinem Namen zu identifizieren oder mit seinem Bilde, durch dessen Besitz der Besitzer Macht über den Menschen gewinnt. Licht ist Licht. Wir postulieren in naiver Natürlichkeit eine Übereinstimmung, wehren uns gegen die Zumutung, daß die Sinne «irreführen», etwas «vorspiegeln», daß etwas anders «aussieht» als es «ist». Es kostet Mühe und schmerzliche Überwindung, die sorgfältige Scheidung von Sehding und Außending vorzunehmen. Es scheint, als sollte die Welt zusammenbrechen und zu einer subjektiven Sinnestäuschung, zum bloßen Schein degenerieren, bis wir am Ende merken, daß die Welt deswegen nicht anders geworden ist als zuvor, nur freilich viel verständlicher.

Damit ist nun, würde ich meinen, der GOETHE-NEWTON-Konflikt auf die einfachste Form gebracht. NEWTON untersuchte die Strahlung, GOETHE die Empfindung, NEWTON meinte das Physikalische, GOETHE das Physiologisch-Psychologische, die reine unmittelbare Anschauung der Phänomene, auf die es ihm immer ankam. Beide aber gebrauchten die gleichen Namen, Licht, Helligkeit, Farben, ohne die Scheidung vorgenommen zu haben. Weißes Licht als Strahlung ist aus den verschiedensten Wellenlängen zusammengesetzt, weißes Licht als Empfindung ist das Einheitlichste, Einfachste, was es gibt. Purpur als Wellenlänge kommt nicht vor, ist im Spektrum nicht vorhanden, ist aber eine so schöne Farbe wie andere auch. Ebenso fehlt das Braun im Spektrum, eine Farbe, die in der Natur außerordentlich häufig vorhanden ist. Schwarz ist für die Physik eine Negation, ein Fehlen von Licht, für den menschlichen Betrachter dagegen eine höchst wirksame, positive, kräftige, vielbenutzte Farbe. Kontrasterscheinungen sind für die Physik Sinnestäuschungen, für die Physiologie notwendige, normale Einrichtungen des Sehens. Alles das sind keine Widersprüche, sobald nur die sprach-

liche und begriffliche Säuberung vollzogen ist. Vorher ist die Diskussion hoffnungslos und gleitet in die Polemik.

Der durch solche Überlegungen erreichte Standpunkt macht den historischen GOETHE/NEWTON-Streit verständlich. Aber daß der Standpunkt erreicht wird, daß die Einsicht in die Notwendigkeit der Begriffstrennung wächst, die nur langsam durchgeführt werden kann, ist das Ergebnis, die wichtige Frucht, die wir der Heftigkeit des seit jener Zeit fortgesetzten Streites verdanken. Es gehört zu den Aufgaben der Wissenschaft, anstelle der für den Alltagsgebrauch ausreichenden Wörter ihre feiner differenzierenden, gesäuberten Termini einzuführen und durchzusetzen, was erst durch Widerstand und Mißverständnisse hindurch möglich ist. Wir wissen nicht genau, wie GOETHE, der im Unterschied zu SCHILLER kein Kantianer war und dem KANTS *Kritik der reinen Vernunft* wesensfremd blieb, hierzu Stellung genommen hätte, ob er im Namen des gesunden Menschenverstands Einspruch erhoben oder nicht darin vielmehr die Bestätigung seines letzten Weisheitsspruches gesehen hätte «Alles Vergängliche ist nur ein Gleichnis». Aber wir sehen nun, wie berechtigt der GOETHESCHE Standpunkt gegenüber dem physikalischen Standpunkt ist. Mit derselben Notwendigkeit, mit der die physikalische Betrachtungsweise die Beziehungen zwischen Außenvorgängen von allen menschlichen Sinnes eigenheiten unabhängig zu machen sucht, sie der unmittelbaren Anschaulichkeit entkleidet und mit größtem Erfolg bis zu der völlig unanschaulichen, abstrakt mathematischen reinen Formelsprache vordringt, mit derselben Notwendigkeit muß die physiologisch-psychologische Betrachtungsweise, freilich unter noch größeren Schwierigkeiten, die Beziehungen, die zwischen den physikalischen Außenvorgängen und den physiologischen Erregungen und psychischen Empfindungen bestehen und die Beziehungen der Innenvorgänge untereinander verfolgen, die für den Menschen doch die wichtigsten, nächstliegenden und gewissesten sind. Sie sind zugleich die geheimnisvollsten und unbekanntesten und haben von der Physik her allein keine Aufklärung zu erhoffen. Einfache Tatsachen, wie daß Strahlungen, die sich in nichts anderem als in ihren Wellenlängen unterscheiden, doch so verschiedene Farbmepfindungen hervorrufen, sind von der Physik her nicht erklärlich. Daß diese zweite, vom Menschen ausgehende und auf den Menschen bezogene Betrachtungsweise in der Klarheit, Exaktheit und Lückenlosigkeit ihres Wissenschaftsgebäudes hinter dem imponierenden Bau der physikalischen Optik weit zurücksteht, ist im Gang der Forschung gegeben und ist ein Signum, ein Schicksal unserer Zeit. Das Thema des subjektiven Sehens angeschlagen und mit dem ganzen leidenschaftlichen Einsatz seiner Persönlichkeit vertreten zu haben, bleibt GOETHESCHES Verdienst. Es wird noch lange dauern, bis in Beherzigung des von ihm eingeschlagenen Weges die Forschung den Zusammenhang zwischen den Tatsachen des subjektiven Sehens und der Nervenphysiologie herstellt und eine klar bewußte Einsicht in die Gaben gewinnt, die durch das sehende Auge, das denkende Auge, das geistige Auge dem Menschenleben geschenkt sind.

Zitate aus GOETHES Farbenlehre

Die Farben sind Taten des Lichts, Taten und Leiden.

Das Auge hat sein Dasein dem Licht zu danken. Aus gleichgültigen tierischen Hilfsorganen ruft sich das Licht ein Organ hervor, das seinesgleichen werde; und so bildet sich das Auge am Lichte fürs Licht, damit das innere Licht dem äußeren entgegentrete.

Gelb ist die nächste Farbe am Licht. Sie entsteht durch die geringste Mäßigung desselben, es sei durch trübe Mittel oder durch schwache Zurückwerfung von weißen Flächen.

Man kann das Gelb sehr leicht durch Verdichtung und Verdunklung ins Rötliche steigern und umgekehrt. Die Farbe wächst an Energie und erscheint im Rotgelben mächtiger und herrlicher.

Wenn das Auge die Farbe erblickt, so wird es gleich in Tätigkeit gesetzt, und es ist seiner Natur gemäß, auf der Stelle eine andere, so unbewußt als notwendig, hervorzubringen, welche mit der gegebenen die Totalität des ganzen Farbenkreises enthält. Eine einzelne Farbe erregt in dem Auge durch eine spezifische Empfindung das Streben nach Allgemeinheit. Um nun diese Totalität gewahr zu werden, um sich selbst zu befriedigen, sucht es neben jedem farbigen Raum einen farblosen, um die geforderte Farbe an demselben hervorzubringen. Hier liegt also das Grundgesetz aller Harmonie der Farben, wovon sich jeder durch eigene Erfahrung überzeugen kann... Gelb fordert Rotblau, Blau fordert Rotgelb, Purpur fordert Grün... Das Auge setzt sich selbst in Freiheit, indem es den Gegensatz des ihm aufgedrungenen Einzelnen und somit eine befriedigende Ganzheit hervorbringt.

So hätte er (ROGER BACON) nachstehende kurze Farbenlehre seinen Maximen gemäß verfassen können, die auch uns ganz willkommen sein würde. Das Licht ist eine der ursprünglichen, von Gott erschaffenen Kräfte und Tugenden, welches sein Gleichnis in der Materie darzustellen sich bestrebt. Dieses geschieht auf mancherlei Weise, für unser Auge aber folgendermaßen. Das rein Materielle, insofern wir es mit Augen erblicken, ist entweder durchsichtig oder undurchsichtig oder halb durchsichtig. Das letzte nennen wir Trübe. Wenn nun die Tugend des Lichts durch das Trübe hindurchstrebt, so daß seine ursprüngliche Kraft zwar immer aufgehalten wird, jedoch aber immer fortwirkt, so erscheint sein Gleichnis Gelb und Gelbrotes; setzt aber ein Finsteres dem Trüben Grenze, so daß des Lichtes Tugend nicht fortzuschreiten vermag, sondern aus dem erhellten Trüben als ein Abglanz zurückkehrt, so ist dessen Gleichnis Blau und Blaurot.

Schon hatte ich den Kasten hervorgekommen, um ihn dem Boten zu übergeben, als mir einfiel, ich wolle noch geschwind durch ein Prisma sehen, was ich seit meiner frühen Jugend nicht getan hatte... Es bedurfte keiner langen Überlegung, so erkannte ich, daß eine Grenze notwendig sei, um Farben hervorzubringen, und ich sprach wie durch einen Instinkt sogleich für mich laut aus, daß die NEWTONsche Lehre falsch sei...

So war ich, ohne es beinahe selbst bemerkt zu haben, in ein fremdes Feld gelangt, in dem ich von der Theorie zur bildenden Kunst, von dieser zur Naturforschung überging, und dasjenige, was nur Hilfsmittel sein sollte, mich nun mehr als Zweck aufreizte. Aber als ich lange genug in diesen fremden Regionen verweilt hatte, fand ich den glücklichen Rückweg zur Kunst durch die physiologischen Farben und durch die sittlichen und ästhetischen Wirkungen derselben überhaupt.

Summary

The historical dispute in which GOETHE opposed NEWTON's theory of colour can be referred to the discrepancy between the concepts of "light" as physical radiation and the concept of "light" as sensation. Language as well as natural inclination lead to the confusion and even identification of the two wholly different concepts, whereas the physical laws that NEWTON treated and the psychophysical laws that chiefly interested GOETHE are not in agreement. GOETHE rightly boasted of "having rescued the subjective colours".

PRAEMIA

Die Nobelpreise 1949 für Physik, Chemie und Medizin

H. Yukawa

Die Schwedische Akademie der Wissenschaften hat dem japanischen Theoretiker HIDEKI YUKAWA den Nobelpreis für Physik 1949 zugesprochen. YUKAWA, der bis vor kurzem als Professor an der Universität Osaka wirkte, ist seit 1935 durch eine Reihe von Arbeiten über die Theorie der Kernkräfte berühmt geworden. In diesen Arbeiten wird gezeigt, daß die Anziehung zwischen den Protonen und Neutronen im Atomkern

darauf beruht, daß diese Nukleonen geladene Teilchen, deren Masse mindestens 100mal größer als die Elektronenmasse ist, emittieren und absorbieren können. Die von YUKAWA hypothetisch eingeführten Teilchen nennen wir heute Mesonen. Er nahm weiter an, daß die Mesonen instabil seien und nach einigen 10^{-6} sec unter Emission eines Elektrons zerfallen und so verschwinden. Auf diese Weise läßt sich der β -Zerfall als indirekter Prozeß deuten und gleichzeitig wird damit eine Begründung dafür gegeben, daß in der Natur keine freien Mesonen in großer Zahl beobachtet werden.

In der Folgezeit hat man in der Höhenstrahlung tatsächlich Teilchen nachgewiesen, deren Masse ungefähr 200mal größer als die Elektronenmasse ist und die, wie die YUKAWASchen Teilchen, nach $2 \cdot 10^{-6}$ sec zerfallen. Das erschien als Bestätigung der Theorie, die nun von vielen Forschern genauer analysiert und auf ihre Konsequenzen geprüft wurde. Leider zeigte es sich, daß eine «Mesontheorie der Kernkräfte» zwar qualitativ die Erfahrung zu beschreiben gestattet, in quantitativen Fragen jedoch sehr unbefriedigende Aussagen macht. Heute wissen wir überdies, daß die erwähnten Teilchen in der Höhenstrahlung sicher nicht die YUKAWASchen Teilchen sind. Diese erblicken wir vielmehr in den kürzlich von POWELL und OCCHIALINI entdeckten sog. π -Mesonen.

Auch der enge theoretische Zusammenhang zwischen dem β -Zerfall und demjenigen der Mesonen, der die ursprüngliche Theorie YUKAWAS ausgezeichnet hat, läßt sich nicht mehr aufrechterhalten.

Die YUKAWASche Theorie hat sich aber als ungemein anregend erwiesen und entspricht in ihren Grundzügen auch der Wirklichkeit. Eine, in quantitativer Hinsicht genügende Theorie der Kernkräfte besitzen wir damit allerdings noch nicht. Dieses Ziel dürfte jedoch erst erreichbar sein, wenn gewisse grundsätzliche Schwierigkeiten der relativistischen Quantentheorie einer Lösung nähergebracht worden sind.

Neben YUKAWA ist in Japan in den letzten Jahren eine ganze Reihe von Theoretikern mit ausgezeichneten Arbeiten hervorgetreten. Man kann geradezu von einer japanischen Schule der theoretischen Physik sprechen, die in manchem auch die Schule YUKAWAS ist. Die schwedische Akademie ehrt, so will es mir scheinen, die Leistungen der japanischen Physiker, indem sie ihrem berühmtesten Vertreter den Nobelpreis zuerkannt hat.

M. FIERZ

William. F. Giauque

Am 3. November dieses Jahres wurde Prof. GIAUQUE an der California University in Berkeley der Nobelpreis für Chemie zuerkannt für «seine Leistungen auf dem Gebiete der thermodynamischen Chemie und seine Forschungen über die Beschaffenheit von Elementen und Stoffen, die sehr tiefen Temperaturen ausgesetzt sind».

GIAUQUE, 1895 in Niagara Falls geboren, durchlief seine akademische Laufbahn einschließlich des Studiums an der California University, deren Lehrkörper er seit 1922 angehört. 1927 wurde er Assistant Professor, 1940 Associate Professor, 1934 ordentlicher Professor. Er ist Mitglied verschiedener wissenschaftlicher Gesellschaften, so der National Academy of Sciences und der American Philosophical Society.

Die Beschränkung auf ein enges Spezialgebiet hat ihn zu ausgezeichneten Leistungen geführt. Diese liegen zum großen Teil auf methodischem Gebiet. Die Genauigkeit für kalorische Messungen bei tiefen und tiefsten

Temperaturen wurde durch Entwicklung geeigneter, besonders groß dimensionierter Apparaturen gesteigert. Dadurch waren interessante Arbeiten über die Gültigkeit des Nernstschen Wärmetheorems im Zusammenhang mit der Frage nach der Existenz einer Nullpunktsentropie möglich. Unter ihnen seien die Messungen der letzteren Größe an Gläsern und am Wasser genannt, weiter die Untersuchungen über Umwandlungserscheinungen im festen Zustand, schließlich die Prüfung des Nernstschen Theorems an einigen einfachen chemischen Reaktionen.

Ein großer Erfolg war die Entdeckung der seltenen Sauerstoffisotope ^{18}O und ^{17}O durch Analyse des atmosphärischen Bandenspektrums, die ihm gemeinsam mit H. L. JOHNSTON gelang. Unabhängig von P. DEBYE gab GIAUQUE ferner das Kühlverfahren durch adiabatische Entmagnetisierung paramagnetischer Substanzen an, das er auch praktisch kurz vor entsprechenden Versuchen der Leidener Schule durchführte. Damit wurde der Temperaturbereich bis $0,001^\circ$ abs zugänglich, während durch Abpumpen von flüssigem Helium nur Temperaturen bis $0,8^\circ$ abs hinab erreicht werden können.

Für diese Forschungen wurden GIAUQUE die Chandler Medal der Columbia University, die Elliot Cresson Medal der Franklin Institution und in diesen Tagen schließlich der Nobelpreis verliehen.

F. HITZIG

W. R. Heß

Die Zuerteilung des Nobelpreises 1949 an WALTER RUDOLF HESS, Professor am Physiologischen Institut der Universität Zürich, zusammen mit Prof. A. E. MONIZ, entspricht einer weitverbreiteten Erwartung unter den Physiologen, Neurologen und Internisten, haben doch die experimentellen Arbeiten von HESS über das zentrale und vegetative Nervensystem zu Entdeckungen von grundlegender Bedeutung für die Physiologie und Medizin geführt.

In dem Forscher HESS wohnten von jeher zwei Seelen: er war geschickter, präziser Experimentator, der mit subtilster Technik auch in Details vordrang; daneben war er geistvoller Synthetiker, der die unzähligen Einzeltatsachen mit Phantasie und scharfer Logik zu einem Gesamtbild zu vereinigen trachtete. In früheren Jahren widmete er sich hauptsächlich der Regulierung des Blutkreislaufes und der Atmung. Das Studium dieser Regulierungsvorgänge brachte ihn zu der neuen Konzeption von den zwei großen Leistungsgruppen des Organismus mit ergotropem bzw. trophotropem Funktionsziel. Die ergotropen Funktionen dienen der Kontaktnahme mit der Umwelt und der animalen Leistungssteigerung, sie werden vom sympathischen Nervensystem stimuliert. Die trophotropen Funktionen hingegen sorgen für die Erholung und Restitution der Körpergewebe und Organe; das parasympathische Nervensystem fördert diese trophotropen Funktionen, besorgt die Ernährung, hemmt das ergotrope Funktionsziel, schafft das Gefühl der Ermüdung und – logisch weitergedacht – induziert den Schlaf. Dies war vorerst eine große neue, aber noch kühne theoretische Konzeption, die langsam aber stetig Anhänger gewann. In jahrzehntelanger Detailarbeit wurde sie von HESS experimentell untermauert. Ergotamin, das den Sympathicus blockiert und den Parasympathicus erregt, bewirkt, in die Hirnventrikel von Tieren eingebracht, physiologischen Schlaf. Wenn der Parasympathicus tatsächlich den Schlaf auslöst, so müßte es auch gelingen,

durch dessen Reizung Schlaf zu erzeugen, und es gelang. Das Gebiet im Zentralnervensystem, wo die ergotropen und trophotropen Funktionen koordiniert werden, nämlich das Zwischenhirn, wurde von HESS durch elektrische Reizung und Ausschaltung aufs genaueste durchforscht und alle Punkte und Zonen, von denen die mannigfaltigsten Auswirkungen erhalten werden können, festgelegt, wie z. B. motorische Akte, Erbrechen, Freßgier, Darmentleerung, Harnentleerung, Sträuben der Haare, Angriffslust oder Müdigkeit, Schläfrigkeit und Schlaf.

Die Zuerkennung des Nobelpreises ist nicht nur eine persönliche Anerkennung für den Forscher HESS, sondern bedeutet, daß seine einst spekulativ anmutende Konzeption von der wissenschaftlichen Welt heute als richtig betrachtet wird.

A. FLEISCH

A. E. Moniz

Am 28. Oktober 1949 wurde, gemeinsam mit dem Schweizer Physiologen W. R. HESS, an Professor ANTONIO EGAS MONIZ, früher Professor an der neurologischen Klinik des Spitals «Santa-Marta» in Lissabon, für seine Entdeckung des therapeutischen Wertes der präfrontalen Leukotomie bei gewissen Psychosen der Nobelpreis für Physiologie und Medizin verliehen. EGAS MONIZ, ein großer spekulativer Denker und Experimentator, dem die moderne Hirnchirurgie auch die Einführung der zerebralen Angiographie als diagnostisches Hilfsmittel verdankt, hat in seiner heute als klassisch zu bezeichnenden Studie *Tentatives opératoires dans le traitement de certaines psychoses* selbst hervor gehoben, daß die operative Behandlung gewisser Psychosen vorläufig auf einer Arbeitshypothese beruhe. Er bekennt sich zu einer organizistischen oder besser gesagt neurologischen Psychiatrie und stützt sich vorab auf die an Kriegsverletzten gemachten Erfahrungen von KLEIST und auf die Ergebnisse der psychobiologischen Untersuchungsmethode eines HENRI CLAUDE. Nach seiner materialistischen Auffassung beruht das seelische Leben auf der Tätigkeit des Gesamtgehirns, und zwar sowohl der Nervenzellen als auch ihrer unzähligen Verbindungen. Er entwickelt somit die Theorie, daß den Psychosen eine gewisse Starrheit im Organisationsapparat der Zellverbindungen zugrunde liegen dürfte. Zur Heilung der Kranken von ihren depressiv-ängstlichen, hypochondrischen und paranoiden Zuständen müßten diese mehr oder weniger starren Zellverbindungen, welche dem kranken Gehirn, und zwar insbesondere dem Stirnlappen eigen sind, zerstört werden. Als FULTON und JACOBSON 1935 am internationalen Neurologenkongreß in London die Heilung einer beim Schimpansen experimentell erzeugten Neurose durch Frontallappenexstirpation mitteilten, war MONIZ überzeugt, daß durch einen analogen Eingriff beim Menschen chronische Angstzustände beseitigt werden könnten. In unermüdlicher und zielbewußter Arbeit hat er in der Folge gemeinsam mit seinem neurochirurgischen Mitarbeiter ALMEIDA LIMA die Technik der präfrontalen Leukotomie ausgearbeitet, die in der Folge von zahlreichen anderen Forschern übernommen und durch weitere technische Spielarten ergänzt worden ist. Diese spekulative Tat hat eine therapeutische Arbeits- und Forschungsrichtung in der Psychiatrie ins Rollen gebracht, welche heute wohl noch in ihren Anfängen steckt. In den letzten 10 Jahren sind bereits wichtige Resultate in der Erforschung des nervösen Kreislaufes zwischen bestimmten Stirnhirnsabschnitten, Thalamus und Hypothalamus an verstorbenen leukotomierten

Kranken gemacht worden und es ist mit weiteren bedeutsamen Ergebnissen sowohl in wissenschaftlicher als auch klinischer Hinsicht zu rechnen. Es ist das bleibende Verdienst EGAS MONIZ', die Grundlagenforschung auf dem Gebiet der Psychosen durch ganz neue Gesichtspunkte bereichert zu haben.

H. KRAYENBÜHL

Bericht über den internationalen Physiker-kongreß vom 5. bis 15. September 1949 in Basel und Como

Experimentelle Methoden – Kosmische Strahlen

Kernphysik, Quantenelektrodynamik und kosmische Strahlung: diese drei Fragenkomplexe stehen heute im Brennpunkt des Interesses der Physiker. Noch vor einem Jahrzehnt verhältnismäßig zusammenhanglos, rücken sie heute dank der Verwendung immer höherer Beschleunigungsenergien in der Kernphysik, qualitativ und quantitativ leistungsfähigerer Experimentalmethoden in der Höhenstrahlungsforschung und vertrauenswürdigerer Ansätze in der Theorie immer näher zusammen.

Auf diesem Kongreß, der von den physikalischen Gesellschaften Italiens und der Schweiz mit Unterstützung der UNESCO und privater Spender organisiert wurde, sollte den Fachleuten aller Länder die Gelegenheit geboten werden, an Hand von Hauptreferaten die neuesten Ergebnisse kennenzulernen und zukünftige Entwicklungsmöglichkeiten zu diskutieren; kürzere Referate dienten der Mitteilung mehr spezieller Ergebnisse.

Es soll hier – unter Ausschuß der Quantenelektrodynamik¹ – über die wichtigsten Referate referiert werden. Diese Aufgabestellung allein rechtfertigt den Berichterstatter, wenn er allen kommenden Vorwürfen ein *relata refero* entgegenhält und die anspruchsvolleren Leser auf die Sonderhefte der «Helvetica physica acta» und des «Nuovo Cimento» vertröstet, die den Inhalt des I. bzw. des II. Teils des Kongresses in weitgehend vollständiger Fassung enthalten werden.

Der I. Teil des Kongresses, der vom 5. bis 10. September in Basel abgehalten wurde, war der Kernphysik gewidmet, und zwar mehr apparativ-meßtechnischen Problemen als Fundamentalfragen. Dabei traten in der Wahl und Wesensart der Hauptreferate die Tendenzen klar zutage, in die – teils infolge äußerer, unphysikalischer Umstände – die heutige Entwicklung gespalten ist: 1. die Vervollkommenung der Meß- und Zählmethoden für Strahlung, 2. der Bau von Beschleunigungsgeräten für möglichst hohe Endenergien (in den Ländern mit stark subventionierter Forschung) und 3. die Verwendung von Piles als kernphysikalische Hilfsmittel.

Bei Geiger-Müller-Zählrohren ist das Hauptinteresse auf den Mechanismus der Ionenschlauchausbildung und die Zählverluste bei hohen Stoßzahlen (Referat DEN HARTOG, Amsterdam) gerichtet. Proportionalzählrohre ermöglichen bereits heute die genaue Bestimmung äußerst weicher Betaspektren (H^3 , C^{14}) und die Auflösung nahe benachbarter Röntgenlinien; durch Anwendung magnetischer Felder soll die Methode auch auf härtere Strahlung ausgedehnt, durch Antikoinzidenzsaltungen der Nulleffekt vermindert werden (Referat B. PONTECORVO, Harwell). Bei den Ionisationskammern erreicht man durch spezielle Füllmischungen (z. B. Edelgas- CO_2) ein größeres zeitliches Auflösungsvermögen, weil statt der schweren Ionen die Elektronen

¹ Vgl. das Referat von Dr. R. SCHAFFROTH: Exper. 6, Fasc. 1 (1950).

gesammelt werden (Referat E. SEGRÈ, Berkeley). Die heutigen Scintillationszähler ermöglichen das Zählen von Gammaquanten mit gegenüber G-M-Zählrohren wesentlich erhöhter Ausbeute und viel höherer Zählggeschwindigkeit; man forscht nach Substanzen mit noch besserer Lichtausbeute und kürzerer Dauer des Lichtstoßes und sucht das Rauschen der Elektronenvervielfacher herabzusetzen, um ohne Kühlung bei Zimmertemperatur arbeiten zu können (Referat O. R. FRISCH, Cambridge). Die ursprünglich von VAN HEERDEN vorgeschlagenen Kristallzähler ergänzen die Proportionalzählrohre in dem Sinne, daß grundsätzlich auch die Energien von solchen Elektronen gemessen werden können, deren Reichweiten in Luft groß sind. Die Schwierigkeiten liegen in der oft mangelnden Proportionalität zwischen Stoßgröße und Elektronenenergie und im unterschiedlichen Verhalten von Einzelkristallen der gleichen Substanz (Referat J. M. V. MILATZ und Mitarbeiter, Utrecht). Interesse erregte die Eignung von Naturschwefelkristallen (M. GEORGESCO, Ivry).

Über Vorarbeiten und Modellversuche zum Bau von Proton-Synchrotronen im BeV-Gebiet ($3\text{--}6\cdot 10^3$ MeV) berichteten G. H. HAWORTH (Brookhaven National Laboratory) und E. M. McMILLAN (Berkeley). Letzterer referierte außerdem über das große Synchrozyklotron, das gegenwärtig in Berkeley betrieben wird und 340-MeV-Protonen liefert. Es war bekannt, daß Protonen dieser Energie beim Zusammenstoß mit den Nukleonen der Target π -Mesonen erzeugen; viel Interesse erweckte dagegen die Mitteilung McMILLANS, daß zugleich sehr harte γ -Strahlen beobachtet werden, deren Energie vom Winkel zwischen der Beobachtungsrichtung und der Einfallrichtung der Protonen abhängt. Es ist sehr bemerkenswert, daß man die Ergebnisse vorläufiger Messungen (von YORK u.a.) durch die Annahme erklären kann, daß primär neutrale Mesonen von der Masse des π -Mesons und äußerst kurzer Lebenszeit entstehen, die im Fluge in zwei Lichtquanten zerfallen. Im übrigen werden die großen Beschleunigungsgeräte in Berkeley z. Z. vornehmlich zur Durchführung von Streuver suchen benutzt, die über die fundamentale Frage der Natur der Wechselwirkung zwischen Nukleonen Aufschluß geben sollen. Messungen der (n, p)-Streuung bei 45, 90 und 260 MeV sowie der (p, p)-Streuung bei 32 und 300 MeV sind teils abgeschlossen, teils im Gange (zweites Referat E. SEGRÈ, Berkeley). Die erhaltenen Winkelverteilungen lassen sich unter Anpassung der üblichen Parameter durch statische Wechselwirkungen erklären, doch wird seitens der Theoretiker die Berechtigung solcher Ansätze bei so hohen Energien in Frage gestellt.

L. ROSENFELD (Manchester) behandelte in einem Sammelreferat die Theorie der leichten Kerne. Er hielt sich dabei im wesentlichen an die in seinem bekannten Werk «Nuclear Forces» enthaltenen Ausführungen. Ein neues Faktum stellt die Zuversicht dar, mit der heute die Theoretiker das sog. Schalenmodell des Atomkerns beurteilen. Dieses Modell geht von der heuristischen Annahme aus, daß sich die Nukleonen im Kern in einem Zentralfeld bewegen. In neuerer Zeit ist es durch Verfeinerung dieses Modells möglich geworden, die «magischen» Nukleonenzahlen, d.h. diejenigen Zahlen von Protonen oder Neutronen, die besonders stabile Kerne auszeichnen, rechnerisch zu ermitteln. Es bleibt zukünftigen, mehr quantitativen Untersuchungen vorbehalten, zu entscheiden, welcher Realitätsgrad solchen Modellvorstellungen zuzuschreiben ist.

E. BRETSCHER (Harwell) behandelte das Problem der Verwendung (Absorptionsmessungen durch Störung des Pilegleichgewichtes, Herstellung von Isotopen unter wiederholter Anlagerung von Neutronen) von Piles in der Kernphysik sehr ausführlich, jedoch im Hinblick auf anderweitige Anwendungsmöglichkeiten mit spärlichen numerischen Angaben. L. KOWARSKI (Paris) besprach kurz die französische Pile und gab die Neutronendichte an deren wesentlichsten Stellen an.

Während der I. in Basel abgehaltene Teil des Kongresses eine rein wissenschaftliche Veranstaltung, wenn auch internationaler Bedeutung war, bedeutete der II. in Como durchgeführte Teil (11–16. September) darüber hinaus ein nationales Ereignis für Italien. Die Tagung in Como erfolgte nicht nur im Rahmen der Gedenkfeiern zum 150. Jahrestag der Erfindung der Voltaschen Säule, sondern war auch für Italien nach vielen Jahren die erste Gelegenheit, ENRICO FERMI und G. P. S. OCCHIALINI wieder an einem in ihrem Heimatland organisierten Kongreß begrüßen zu können.

Das Studium der kosmischen Strahlung ist im wesentlichen ein Studium der Stöße zwischen Elementarteilchen bei Energien, die von der Größenordnung ihrer Ruhenergien oder noch größer sind. Es steht fest, daß bei Stößen dieser Art zwischen schweren, stabilen Teilchen (Nukleonen) leichtere, instabile (Mesonen) entstehen können. Die kosmische Strahlung in der Erdatmosphäre enthält nun sowohl die schweren als auch die leichteren Teilchen sowie Quanten, und zwar in einer vor allem mit der Höhe wechselnden Zusammensetzung. Die vorgelegten Probleme betreffen einerseits die Art und den Ursprung der Primärteilchen, andererseits aber die Natur und das Schicksal der erzeugten Partikel.

Vermutungen über den Ursprung der Primärteilchen wurden von E. FERMI (Chicago), H. ALFÉN (Stockholm) und E. BAGGE (Hamburg) referiert. Während FERMI annimmt, daß eine im wesentlichen aus Protonen bestehende Primärstrahlung ihren Ursprung im ganzen Raum der Milchstraße hat und durch mit der interstellaren Materie wandernde, veränderliche Magnetfelder beschleunigt wird, verlegen ALFÉN, RICHTMYR und TELLER den Ursprung der kosmischen Strahlung in die Sonne, deren magnetisches Feld den Hauptanteil der Beschleunigung besorgen soll. Geeignete interstellare Magnetfelder sollen verhindern, daß die Strahlung den Raum des Sonnensystems verläßt. E. BAGGE und L. BIERMANN schlagen einerseits einen detaillierten Beschleunigungsmechanismus vor, bei dem Sonnenfleckengruppen die Hauptrolle spielen, nehmen zur Lösung der Intensitätsfrage andererseits aber an, daß die Fixsterne des ganzen Kosmos als Quellen wirken.

V. Telegdi¹.

¹ Fortsetzung dieses Berichtes und Schluß (Quantenelektrodynamik): Exper. 6, Fasc. 1 (1950).

Corrigendum

R. B. GOLDSCHMIDT: *The Interpretation of the Triploid Intersexes of Solenobia*, Exper. 5, 417 (1949).

The quoted footnote J. SEILER which occurs on every page must be read correctly:

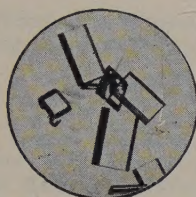
J. SEILER, Exper. 5, fasc. 11, 425 (1949).

SECALE-ALKALOIDE SANDOZ

Die Chemiker und Pharmakologen der Sandoz AG. sind an der Aufklärung der Mutterkorn-Chemie und -Pharmakologie führend beteiligt.

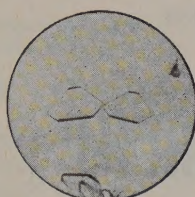
Polypeptidalkaloide

1. Brenztraubensäuregruppe

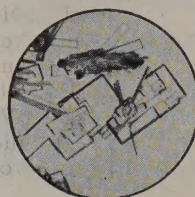


Ergotamin

Stoll 1918

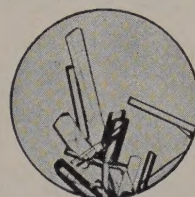


Ergotaminin



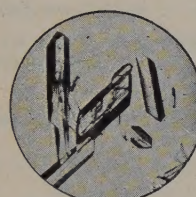
Ergosin

Smith und Timmis 1937



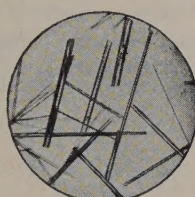
Ergosinin

2. Dimethylbrenztraubensäuregruppe

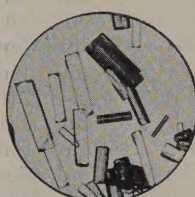


Ergocristin

Stoll und Burckhardt 1937

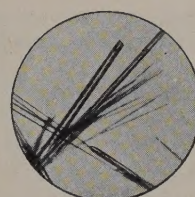


Ergocristinin

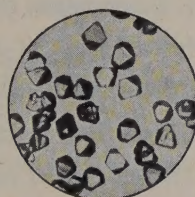


Ergokryptin

Stoll und Hofmann 1943

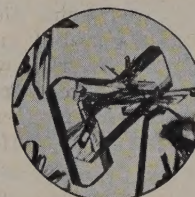


Ergokryptinin



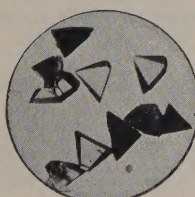
Ergocornin

Stoll und Hofmann 1943



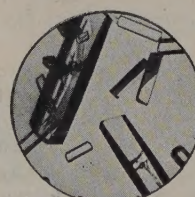
Ergocorninin

Alkanolamidalkaloide



Ergobasin

Stoll und Burckhardt 1935



Ergobasinin

Smith und Timmis 1936

(Partialsynthese: *Stoll und Hofmann 1936*)

Neuerscheinung

LUDWIG SCHLÄFLI

1814–1895

Gesammelte mathematische Abhandlungen

In drei Bänden, herausgegeben vom Steiner-Schläfli-Komitee
der Schweizerischen Naturforschenden Gesellschaft

BAND I

Dieser erste Band wird durch kleinere Arbeiten zur Flächentheorie und zur Theorie der Bernoullischen Zahlen eröffnet. Ihnen folgen die schönen Abhandlungen über die elliptischen Funktionen, deren Lehre auf die Betrachtung der unendlichen Doppelprodukte aufgebaut ist. Die restlichen 230 Seiten enthalten das eine große Jugendwerk Schläflis, die «Theorie der vielfachen Kontinuität». In ihrem Mittelpunkt steht die erstmalige Herleitung der regelmäßigen Körper für Räume beliebiger Dimensionszahl.

392 Seiten mit einem Porträt von Ludwig Schläfli. In Ganzleinenband Fr. 54.–

Subskriptionspreis bis 1. Februar 1950 Fr. 44.–



Zu beziehen durch die Buchhandlungen

VERLAG BIRKHÄUSER · BASEL (SCHWEIZ)